

C.A.P. Agent de la Qualité de l'Eau

Session 2008

Epreuve EP 2a

Conduite et Contrôle

Barème :

1 - OPTIMISER LE TRAITEMENT DE COAGULATION-FLOCCULATION A L'AIDE DU JARTEST	40 points
2 - TRAITEMENT SUR PILOTE DE COAGULATION-FLOCCULATION-DECANTATION	30 points
3 - ANALYSE DE L'EAU TRAITEE	20 points
TOTAL	90 points

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 1 sur 20

EPURATION PHYSICO-CHIMIQUE D'UNE EAU BRUTE

Dans le cadre d'un traitement de potabilisation, la coagulation-floculation peut-être utilisée pour éliminer la turbidité de l'eau (micro-particules comme l'argile responsable d'un trouble de l'eau). Pour potabiliser de l'eau, un procédé de coagulation-floculation doit s'accompagner d'une décantation et d'une élimination rigoureuse des floes. De plus, les quantités de réactifs doivent être précisément évaluées pour ne pas en ajouter de trop.

Travail demandé :

Vérifier le pH et la turbidité de l'eau brute à traiter, consulter les fiches toxicologiques mises à disposition (Annexe 1 et Annexe 2).

Ajuster le pH à la valeur demandée.

Déterminer (par Jar Test) le volume de coagulant nécessaire pour éliminer les particules colloïdales présentes dans l'eau brute.

Organiser le pilote de coagulation-floculation-décantation pour une production de 200 L/h.
Déterminer les débits de réactifs à injecter dans l'installation.
Démarrer la production.

Vérifier le pH et la turbidité de l'eau brute traitée.

Analyser le TH total et le TH Ca de l'eau traitée.

Appliquer les règles d'hygiène et de sécurité

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 2 sur 20

Première partie

OPTIMISER LE TRAITEMENT DE COAGULATION-FLOCCULATION A L'AIDE DU JARTEST

1- Compléter le tableau suivant à l'aide des fiches INRS fournies en Annexe 1 et Annexe 2

	CHLORURE FERRIQUE	HYDROXYDE DE SODIUM
Liste des risques encourus		
Liste des conseils de prudence		
Liste des EPI		
Caractère acide/basique		

2- Mesurer la turbidité et le pH de l'eau brute

Etalonner le pHmètre (voir document joint par le centre d'examen) et mesurer le pH de l'eau brute.

pH de l'eau brute :

Demander au centre d'examen la notice technique de l'appareil fourni pour mesurer la turbidité et effectuer la mesure sur l'eau brute.

Turbidité de l'eau brute :

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 3 sur 20

3- Ajustement du pH

Le pH de l'eau brute doit être ajusté à 7,5.

Réaliser préalablement la dilution de la solution mère de soude donnée à $C_m = 0,125 \text{ mol/L}$.

- Prélever $V_m = 400 \text{ mL}$ de solution mère de soude ;
- Les verser dans une fiole jaugée de 1 L (V_f) ;
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge ;
- Homogénéiser la solution fille ainsi obtenue.

Calculer la concentration de la solution fille préparée.

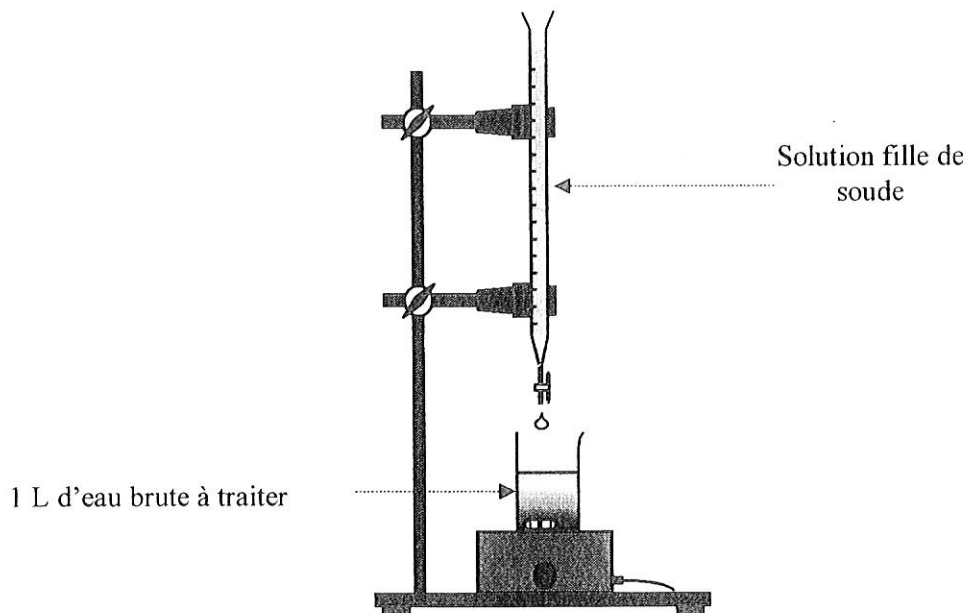
La relation de calcul de la concentration est la suivante : $C_m \times V_m = C_f \times V_f$

.....

.....

.....

Réaliser ensuite le montage suivant pour ajuster le pH de l'eau brute.



- Rincer la burette deux fois à l'eau distillée puis d'eau fois avec la solution fille de soude ;
- Remplir la burette de la solution fille de soude ;
- Introduire 1 L d'eau brute dans un bécher ;
- Ajouter la solution de soude jusqu'à obtenir un pH de 7,5 ;
- Noter le volume V_e introduit (3 essais minimum) dans le tableau PAGE SUIVANTE.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 4 sur 20

	V _e (mL)	V _e moyen (mL)
1 ^{er} essai		
2 ^{ème} essai		
3 ^{ème} essai		

Volume de la solution fille nécessaire pour ajuster le pH de 1 L d'eau brute :mL

Calculer le volume de solution fille nécessaire pour ajuster le pH de 100 L d'eau brute :

.....

.....

.....

Calculer le volume de solution mère nécessaire pour ajuster le pH de 100 L d'eau brute :

La relation de calcul du volume est la suivante : $C_m \times V_m = C_f \times V_f$

.....

.....

.....

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 5 sur 20

4- Détermination de la quantité optimale de coagulant

Nom du coagulant utilisé : (à demander à l'examinateur)

Concentration de la solution de coagulant : mL/L

Réaliser les différentes tâches suivantes :

N°	PHASE	Consignes
1	VERIFIER	le bon fonctionnement du matériel ainsi que sa propreté.
2	METTRE	1 L d'eau à traiter dans chacun des 6 béchers et agiter doucement.
3	INTRODUIRE	successivement des doses croissantes de coagulant : 5 mL / 7 mL / 10 mL / 15 mL / 20 mL / 25 mL dans les 6 béchers.
4	AGITER	rapidement à 150 trs/min pendant 3 minutes.
5	REDUIRE	l'agitation à 40 trs/min pendant 15 minutes.
6	ARRETER	l'agitation, relever lentement les pales des agitateurs pour ne pas casser les floes et observer la décantation pendant 5 minutes.
7	NETTOYER	le poste de travail.

Compléter le schéma suivant :

Volume de l'échantillon = (mL)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>
Volumes de coagulant introduit (mL)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vitesse de décantation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Volume de boues après 5 minutes de décantation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Essai retenu (mettre une croix)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarque : l'essai à retenir est celui où le floe est abondant et volumineux ; où la décantation est la meilleure.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 6 sur 20

Deuxième partie

TRAITEMENT SUR PILOTE COAGULATION FLOCCULATION DECANTATION

1- Conditions de réalisation

Le débit de production est : $Q_p = 200 \text{ L/h}$.

Le volume à traiter est de 100 litres d'eau brute.

2- Calculs préliminaires

Déterminer la durée du traitement :

La relation suivante est donnée : $Q_p = \frac{V}{t}$

.....
.....
.....

Déterminer le temps de séjour dans le flocculateur :

La relation suivante est donnée : $t_s = \frac{V_{piloté}}{Q_p}$

.....
.....
.....

Mise en œuvre du coagulant (réactif n°1) :

Désignation du réactif n°1 :

Taux de traitement appliqué :mL.L⁻¹
(déterminé à partir des résultats obtenus au Jar Test)

Calculer le volume de coagulant (en mL) nécessaire pour traiter 100 L d'eau brute :

.....
.....
.....

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 7 sur 20

Calculer le débit de la pompe doseuse (en L.h⁻¹) :

La relation suivante est donnée : $Q = \frac{V}{t}$

.....

.....

.....

Mise en œuvre de l'ajustement du pH (réactif n°2) :

Désignation du réactif n°2 :

Concentration :

Taux de traitement appliqué :mL.L⁻¹
(déterminé à partir de l'ajustement de pH sur l'échantillon d'eau brute)

Calculer le volume de solution (en mL) nécessaire pour traiter 100 L d'eau brute :

.....

.....

.....

Calculer le débit de la pompe doseuse (en L.h⁻¹) :

La relation suivante est donnée : $Q = \frac{V}{t}$

.....

.....

.....

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 8 sur 20

Demander la procédure du pilote au centre d'examen.

3- Préparation à la production

Compléter la nomenclature suivante en s'aidant du document Page 11 :

REPERE	DESIGNATION
V5	
FI4	
S1	
P5	
R1	
K1	

Repérer ensuite l'état des vannes et des pompes :

L'eau brute est envoyée directement dans le coagulateur (attention, la pompe à un système de recirculation vers R1). Puis l'eau subit le traitement de coagulation puis de floculation. L'eau traitée est évacuée par débordement ; les boues sont extraites vers l'épaississeur, une partie est recyclée vers K1.

Vannes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etat O/F										

Pompes	1	2	3	4	5
Etat O/F					

O : vanne ouverte
F : vanne fermée

M : pompe en marche
A : pompe à l'arrêt

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 9 sur 20

4- Démarrer la production

Appeler le professeur pour la mise en route du traitement.

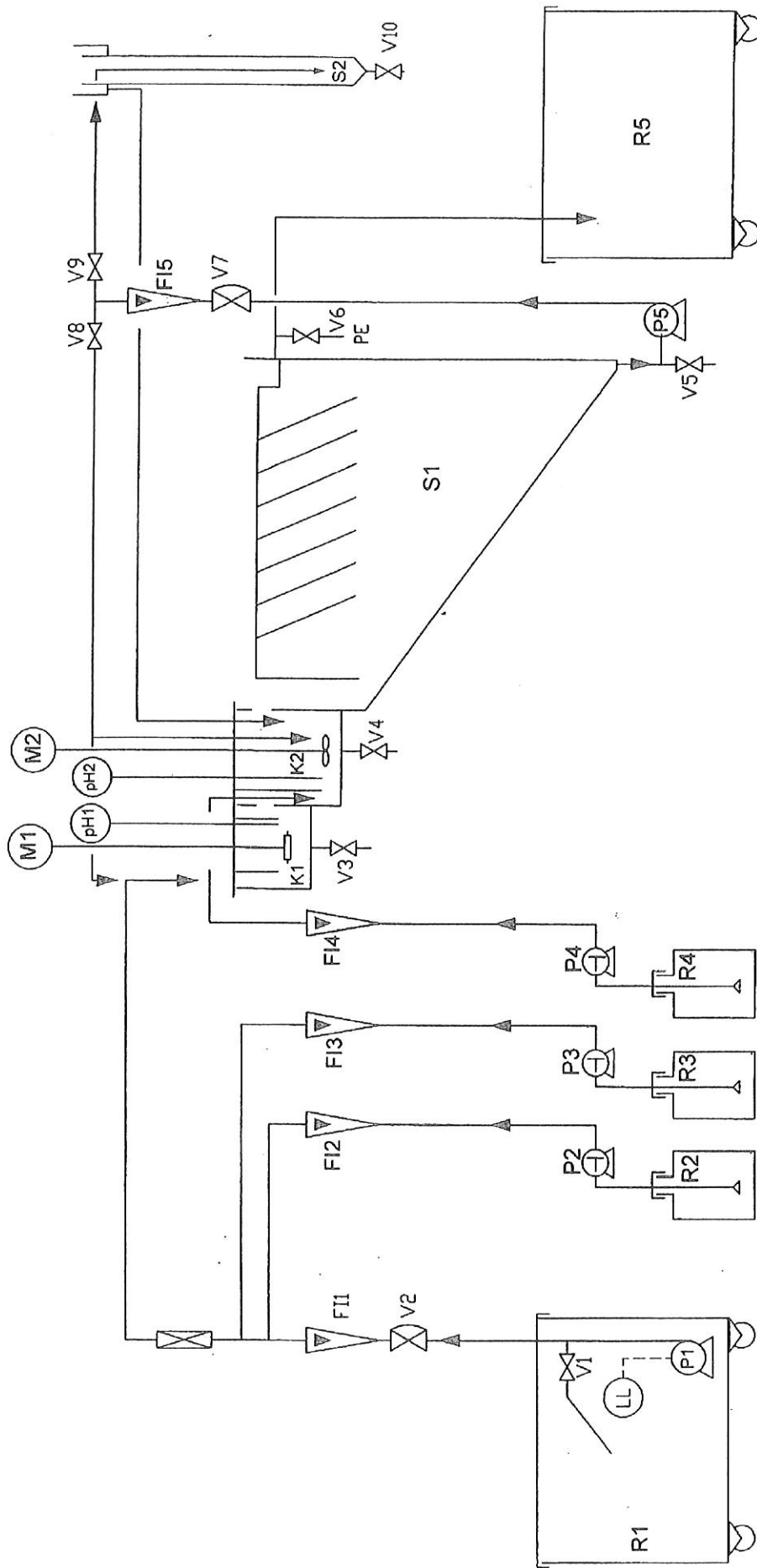
Suivi de la production d'eau clarifiée.

Prendre un échantillon de l'eau clarifiée toute les 5 minutes et effectuer une mesure de la turbidité pour chacun d'eux. Remplir le tableau suivant :

Echantillon	Temps (min)	Turbidité (NTU)
0	avant production	
1	5	
2	10	
3	15	
4		
5		
6		
7		
12		

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 10 sur 20

Schéma du pilote de coagulation-floculation-décantation



<p>SUJET</p>	<p>CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU</p>
<p>Session 2008</p>	<p>Epreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance</p>
<p>Page 11 sur 20</p>	<p>Durée : 5 h 00 Coefficient : 6</p>

Troisième partie

ANALYSE DE L'EAU TRAITEE

1- Mesurer la turbidité et le pH de l'eau traitée

pH de l'eau traitée :

Turbidité de l'eau traitée :

2- Déterminer le TH_T et le TH_{Ca} sur l'eau traitée. Déduire le TH_{Mg}

Détermination du THT :

Mode opératoire :

- 1- Prélever 50 ml d'eau à analyser avec une pipette jaugée de 50 mL ;
- 2- Verser ce prélèvement dans un erlenmeyer adapté ;
Ajouter 10 mL de tampon ammoniacal pH 10 dans l'échantillon ;
Ajouter 6 à 8 gouttes de noir d'ériochrome T.

a) Si la solution est bleu l'analyse est terminée car le TH = 0

b) Si la solution est violette :

- 3- Verser de l'acide EDTA à 0,01 mol/L dans une burette de 50mL et mettre à "0" ;
- 4- Titrer lentement (goutte à goutte) jusqu'à la coloration bleue ;
- 5- Lire le volume d'acide EDTA utilisé et multiplier par 2 pour trouver le TH en °F :

$$V_{(mL)} \times 2 = TH_T \text{ en } ^\circ\text{Français}$$

.....
.....
.....

TH_T :°F

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 12 sur 20

Détermination du THCa :

Mode opératoire :

- 1- Prélever 50 ml d'eau à analyser avec une pipette jaugée de 50 mL ;
- 2- Verser ce prélèvement dans un erlenmeyer adapté ;
Ajouter 4 mL de soude à 2 mol/L.
Ajouter 3 gouttes d'indicateur HSN.

La solution est rose

- 3- Verser de l'acide EDTA à 0,01 mol/L dans une burette de 50mL et mettre à "0" ;
- 4- Titrer lentement (goutte à goutte) jusqu'à la coloration **bleue** ;
- 5- Lire le volume d'acide EDTA utilisé et multiplier par 2 pour trouver le TH en °F :

$$V_{(mL)} \times 2 = TH_{Ca} \text{ en } ^\circ F$$

.....
.....
.....

TH_{Ca} :°F

Détermination du THMg :

La relation suivante est donnée : $TH_T = TH_{Ca} + TH_{Mg}$

.....
.....
.....

TH_{Mg} :°F

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 13 sur 20

3- Répondre aux questions

La mesure du TH s'effectue sur les eaux dont on veut déterminer :

- l'alcalinité
- la dureté
- la densité

Une eau très douce a une valeur du TH comprise entre :

- 10 et 20 °F
- 0 et 5 °F
- 15 et 25 °F
- 20 et 30 °F

Une eau trop douce :

- dépose du tartre dans les canalisations
- est agressive vis à vis des métaux des canalisations.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 14 sur 20

Trichlorure de fer et solutions aqueuses

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS (T. Clavel, M. Falcy, D. Jargot, J.C. Protois, M. Reynier)

FeCl₃

Numéros CAS

N° 7705-08-0 (FeCl₃)
N° 10025-77-1 (FeCl₃·6H₂O)

Numéro CEE

EINECS N° 231-729-4

Synonymes

Chlorure ferrique
Chlorure de fer (III)
Perchlorure de fer

CARACTERISTIQUES

Utilisation

- Floculant pour le traitement des eaux.
- Gravure des circuits imprimés.
- Oxydant dans l'industrie des colorants.
- Décolorant des huiles végétales.
- Décapage des cupro-nickels.
- Mordant pour la teinture et l'impression des textiles.

Propriétés physiques [1 à 4]

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 hexahydrate.

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.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 162,2

Point de fusion : 300 °C environ (avec sublimation et décomposition partielle)

Densité (D₄²⁵) : 2,90

Trichlorure de fer hexahydraté

Le trichlorure de fer existe aussi sous la forme de cristaux d'hexahydrate, jaune brun ou orange, très déliquescents. Cette forme

est soluble dans l'eau, l'éthanol, l'oxyde de diéthyle et l'acétone.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 270,3

Point de fusion : 37 °C

Point d'ébullition : perte de l'eau à 280 °C

Densité : 1,82

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 à 41 % en poids), de couleur brun foncé, d'odeur piquante. Ces solutions ont une réaction acide (pH < 1, en raison d'une hydrolyse partielle) et les propriétés suivantes :

Point de cristallisation :

solution à 41 % : - 9 °C
solution à 39 % : - 15 °C

Point d'ébullition : 110 °C à la pression atmosphérique

Densité (D₄²⁰) : 1,44

Propriétés chimiques [1, 2]

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

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 15 sur 20

concentrées, il se produit un dégagement de chaleur.

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

Réceptacles de stockage

Le stockage du trichlorure de fer et de ses solutions peut s'effectuer dans des récipients en acier ébônité ou caoutchouté ou en matières plastiques (polychlorure de vinyle, polyéthylène, polymères fluorés tel que polytétrafluoroéthylène). Tous les métaux non protégés sont à proscrire.

Le verre est également utilisable pour de petites quantités : dans ce cas, les bonbonnes seront protégées par une enveloppe métallique plus résistante, convenablement ajustée.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air [5, 6]

Prélèvement sur filtre, dosage par spectroscopie atomique (d'absorption ou d'émission).

RISQUES

Risques d'incendie

Le trichlorure de fer et ses solutions sont inflammables. 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 explosible en mélange avec l'air dans les limites de 4 à 75 % en volume).

Pathologie - Toxicologie

Toxicité expérimentale

Aiguë [7]

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.

Chronique

Chez le rat par voie orale (0,3, 1, 10, 100 et 1000 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 1000 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 1000 mg/l. A 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'hémossidérine [8].

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 granulats 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 [9].

Génotoxicité

Le trichlorure de fer n'induit pas de mutation sur le locus TK de cellules de lymphome de souris [10].

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 [11].

Cancérogenèse [13]

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 [12]

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 1185 µg/œuf (contre 3 µg/œuf pour le sel de cadmium). Dans ce même essai, l'effet tératogène apparaît faible.

Métabolisme

L'absorption digestive du trichlorure de fer se fait au niveau gastrique et duodénal après réduction en dichlorure de fer. Son métabolisme suit alors 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. 35 % sont inutilisés et stockés au niveau du système réticulo-endothélial. L'élimination se fait principalement par la desquamation des cellules digestives et les pertes sanguines.

Toxicité sur l'homme

Les effets du trichlorure de fer sont essentiellement liés à ses propriétés fortement irritantes, notamment sur les muqueuses.

Aiguë [14]

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 profus, 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 colapsus. Une acidose métabolique, une atteinte tubulaire rénale aiguë, des troubles de la coagulation et une cytolysé 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 dermatites persistantes ou une pigmentation brune qui subsiste plusieurs jours [15].

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

Chronique

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

Valeur limite d'exposition

Aux Etats-Unis, la valeur limite de moyenne d'exposition pour les sels solubles de fer a été fixée en 1994 par l'ACGIH à 1 mg/m³, exprimé en Fe.

REGLEMENTATION

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.

- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au J.O.).

- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (J.O. du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (J.O. du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Cuves et réservoirs

- Article R.233-43 du Code du travail et circulaire Tr 8/52 du 11 avril 1952 (non parue au J.O.).

4° Maladies de caractère professionnel

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

5° Classification et étiquetage

a) du trichlorure de fer pur :

• arrêté du 20 avril 1994 (J.O. du 8 mai 1994) ;

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET	
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008	
Durée : 5 h 00		Coefficient : 6	Page 16 sur 20

b) des préparations, y compris les solutions aqueuses, contenant du trichlorure de fer :

• arrêté du 21 février 1990 modifié (J.O. du 24 mars 1990).

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux Officiels, brochures n° 1001 :

- n° 140, fabrication par l'emploi de chlorure ou de chlorure d'hydrogène sur le fer ;
- arrêtés du 10 juillet 1990 modifié et du 1^{er} mars 1993 relatifs aux rejets.

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la Santé publique) (J.O. du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (J.O. du 13 octobre 1990) :

- détention dans des conditions déterminées ;
- étiquetage (cf. 5°).

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

1° Transport national et international (route, chemin de fer) :

- RTMDR et F, ADR et RID : le trichlorure de fer doit être déclaré sous l'une des deux rubriques :

1773 - Chlorure de fer III anhydre

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Chiffre/lettre : 11°C
- Code matière : 1773
- Etiquette : 8

2582 - Chlorure de fer III en solution

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Chiffre/lettre : 5°C
- Code matière : 2582
- Etiquette : 8

2° Transport par air

- IATA.

3° Transport par mer

- IMDG.

RECOMMANDATIONS

I. Au point de vue technique

Stockage

• Stocker le trichlorure de fer dans des locaux bien ventilés, à l'abri de la chaleur et à l'écart des produits incompatibles (en particulier les métaux). Le produit anhydre sera conservé à l'abri de l'humidité.

• Pour les solutions, le sol de ces locaux sera imperméable et formera cuvette de rétention, afin qu'en cas de déversement accidentel le liquide ne puisse se répandre au dehors.

• Fermer soigneusement les récipients qui porteront en caractères apparents l'indication de leur contenu.

• Prévoir, à proximité immédiate des locaux, des appareils de protection respiratoire autonomes et isolants pour les interventions d'urgence.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux ateliers où est manipulé le trichlorure de fer. En outre :

• Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

• Eviter l'inhalation d'aérosols (poussières, brouillards). Prévoir une ventilation générale des locaux ainsi qu'une aspiration par captage localisé. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence.

• Eviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants (résistant aux acides) et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.

• Effectuer la dissolution du trichlorure de fer anhydre dans l'eau très progressivement et sous agitation en raison de la forte quantité de chaleur qui peut se dégager, accompagnée de violentes projections et de vapeurs de chlorure d'hydrogène.

• Prévoir l'installation de douches et de fontaines oculaires dans les ateliers où le trichlorure de fer est utilisé constamment.

• 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 [16].

• Ne pas rejeter les résidus à l'égout ou dans le milieu naturel.

• En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer immédiatement le produit après l'avoir recouvert de bicarbonate de sodium. Laver ensuite à grande eau la surface ayant été souillée.

• Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation.

II. Au point de vue médical

• A l'embauchage, pratiquer un examen médical afin de rechercher des affections cutanées, digestives ou respiratoires chroniques.

• Lors des examens périodiques, rechercher plus particulièrement des atteintes de la peau et des voies respiratoires. Si les conditions d'exposition sont défavorables, une surveillance de la fonction respiratoire peut être nécessaire selon l'avis du médecin du travail. Le dosage du fer sérique ne donne pas le reflet de l'exposition professionnelle.

• En cas de contact cutané, laver immédiatement à l'eau pendant 15 minutes. Retirer en même temps les vêtements souillés. Si une irritation apparaît ou si la contamination est étendue ou prolongée, consulter un médecin.

• En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant 15 minutes, paupières bien écartées (en essayant, s'il s'agit de la forme solide, de retirer les particules présentes notamment sous les paupières). Dans tous les cas, consultez un ophtalmologiste.

• En cas d'inhalation massive ou prolongée retirer le sujet de l'atmosphère polluée après avoir pris toutes les précautions utiles pour les intervenants. Mettre en œuvre s'il y a lieu des manœuvres de réanimation. Laisser le sujet au repos en attendant son transfert en milieu spécialisé pour surveillance et traitement symptomatique.

• En cas d'ingestion, si le sujet est parfaitement conscient et ne vomit pas, on peut tenter de lui faire boire un verre de solution de bicarbonate de sodium à 1 % ; puis faire transporter en milieu hospitalier pour surveillance clinique et biologique et traitement chélateur éventuel.

Bibliographie

1. Chlorure ferrique solution 41 % - Fiche de données de sécurité. Puteaux, Elf Atochem 1990.
2. Chlorure ferrique en solution - Fiche de données de sécurité. Loos - PCL (Produits Chimiques de Loos), 1993.
3. LEWIS R.J. Sr - Sax's Dangerous properties of industrial materials, 8^e éd. New York, Van Nostrand Reinhold, 1992, p. 1698.
4. The Merck Index, 11^e éd. Rahway, Merck & Co, 1989, pp. 630-631.
5. X 43-275 - Qualité de l'air. Air des lieux de travail. Dosage par spectrométrie d'absorption atomique (flamme) d'éléments présents dans les particules d'aérosols. Paris - La Défense, AFNOR, 1992.
6. NIOSH manual of analytical methods, 3^e éd. Cincinnati, DHEW, Méthode 7300 - Elements (ICP), mise à jour 1984.
7. Ferric chloride. In : base de données RTEC Cincinnati, DHHS (NIOSH), mise à jour janvier 1994.
8. LYSOGOROVA I.K. - Sanitarno-Toksikologicheskiya otsenka soedinenij zheleza (Evaluation toxicologique de composés du fer). *Gigiena i Sanitariya*, 1974, 5, pp.16-19
9. JOHANSONN A. et coll. - Macrophage reaction in rabbit lung following inhalation of iron chloride. *Environmental Research*, 1965, 58, pp. 66-79.
10. MCGREGOR D.B. et coll. - Responses of the L5178Y tk+/tk- mouse lymphoma cell to the mutation assay. *Environmental and Molecular Mutagenicity*, 1988, 12, 1, pp. 85-104.
11. BIANCHINI F. et coll. - Nuclear aberrations and micronuclei induction in the digestive tract of mice treated with different iron salt. *Journal of Applied Toxicology*, 1988, 8, 3, pp. 179-183.
12. GILANI S.H., ALIBHAI Y. - Teratogenicity of metals to chick embryos. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 1993, 30, 1, pp. 23-31.
13. SATO M. et coll. - Lack of carcinogenicity of ferric chloride in F344 rats. *Food and Chemical Toxicology*, 1992, 30, 10, pp. 837-842.
14. BISMUTH C. et coll. - Toxicologie clinique Paris, Flammarion, 1987, pp. 504-506.
15. CHRISTOFOROV B. et coll. - Fer. In : Toxicologie clinique et analytique. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1971, p. 536.
16. Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R 276, INRS.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a - Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 17 sur 20

Hydroxyde de sodium et solutions aqueuses

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS

NaOH

numéro CAS
N° 1310-73-2

Numéros CE
Index N° 011-002-00-6
EINECS N° 215-185-5

Synonyme
Soude caustique

CARACTERISTIQUES

Utilisation

- Industrie des textiles artificiels.
- Fabrication de feuilles et films cellulose.
- Industrie des savons.
- Fabrication de nombreux produits chimiques.
- Raffinage du pétrole.
- Industrie métallurgique (décapage de l'acier inoxydable), construction métallique (désémaillage)

Propriétés physiques [1 à 3]

L'hydroxyde de sodium se présente sous la forme d'un corps solide blanc, translucide et très hygroscopique.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 40,01

Point de fusion : 318,4 °C

Point d'ébullition : 1 390 °C à la pression atmosphérique

Densité (D_4^{20}) : 2,13

Tensions de vapeur :

0,13 kPa à 739 °C

2,67 kPa à 953 °C

13,3 kPa à 1 111 °C

53,3 kPa à 1 286 °C

L'hydroxyde de sodium est très soluble dans l'eau ; la dissolution s'accompagne d'un important dégagement de chaleur.

Les solutions aqueuses d'hydroxyde de sodium sont des liquides incolores et transparents, d'aspect plus ou moins visqueux suivant la concentration.

Dans le commerce, l'hydroxyde de sodium est livré soit sous forme solide (blocs, écailles, cubes, grains, perles, poudre), soit sous forme de solutions aqueuses à diverses concentrations.

Propriétés chimiques [1, 3 à 6]

L'hydroxyde de sodium est un produit très hygroscopique qui fixe l'humidité de l'air et, dans ce cas, absorbe également le dioxyde de carbone.

L'hydroxyde de sodium est une base forte dont les solutions aqueuses, très alcalines, réagissent vivement avec les acides.

Avec les solutions étendues d'hydroxyde de sodium, le chlore donne de l'hypochlorite de sodium ; avec les solutions concentrées et à chaud, il y a formation de chlorate. Le brome et l'iode réagissent de façon analogue.

L'hydroxyde de sodium est une substance très réactive qui peut réagir très vivement avec de nombreux composés : aldéhyde acétique, acroléine, acrylonitrile, anhydride maléique...

Avec le 1,2-dichloroéthylène et le trichloroéthylène, il se forme du monochloroacétylène et du dichloroacétylène, composés qui peuvent exploser facilement.

En présence d'eau, l'hydroxyde de sodium réagit avec les nitroparaffines en donnant des sels qui sont explosifs à l'état sec.

Certains métaux, tels que le zinc, l'aluminium, l'étain, le cuivre, le plomb, ainsi que le bronze et le laiton, sont attaqués par les solutions aqueuses d'hydroxyde de sodium avec dégagement d'hydrogène.

Certaines catégories de plastiques, de caoutchoucs et de revêtements peuvent être attaqués par l'hydroxyde de sodium.

Réipients de stockage

Le fer et l'acier peuvent être utilisés pour les récipients devant contenir de la lessive caustique dont le titre ne dépasse pas

HYDROXYDE DE SODIUM	
R 35	- Provoque de graves brûlures.
S 26	- En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
S 37/39	- Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux/du visage.
S 45	- En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
215-185-5	- Etiquetage CE.

* Mise à jour de l'édition 1987 portant sur la réglementation seulement.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 18 sur 20

50 % d'hydroxyde de sodium à des températures modérées. Pour des concentrations plus élevées, ainsi que pour des températures supérieures à 50 °C environ, il faut avoir recours au nickel ou à un autre matériau plus résistant à la corrosion.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

Prélèvement en cassette sur filtre PTFE (polytétrafluoroéthylène) suivi d'un titrage potentiométrique [16].

Cette méthode n'est pas spécifique de l'hydroxyde de sodium.

RISQUES

Risques d'incendie [7]

L'hydroxyde de sodium et ses solutions aqueuses ne sont pas inflammables.

Toutefois, l'hydroxyde de sodium en présence d'eau ou d'humidité peut engendrer une chaleur suffisante pour enflammer des matériaux combustibles.

Par ailleurs, du fait de son action sur certains métaux (cf. propriétés chimiques), action qui s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène, l'hydroxyde de sodium peut être une source secondaire d'incendies et d'explosions : en effet, l'hydrogène est un gaz très inflammable et explosible en mélange avec l'air (limites d'explosivité variant entre 4 et 75 % en volume).

Pathologie - Toxicologie

Toxicité expérimentale

Aiguë [8 à 12]

L'administration orale d'hydroxyde de sodium produit des lésions caustiques du tube digestif (ulcération, hémorragie, perforation) ; chez les survivants, l'évolution vers la sténose des lésions du tractus digestif supérieur est le risque majeur à terme.

L'exposition à des aérosols d'hydroxyde de sodium est responsable d'une irritation intense, puis de lésions caustiques des muqueuses oculaires et des voies respiratoires.

L'hydroxyde de sodium et ses solutions aqueuses sont caustiques pour la peau et les muqueuses. La gravité des lésions dépend de la quantité appliquée, de la concentration de la solution et du temps de contact. Les atteintes oculaires sont particulièrement graves, elles s'accompagnent généralement d'une iritis et parfois d'un glaucome. A terme, les séquelles invalidantes (opacités cornéennes, glaucome, cataracte, synéchies oculo-palpébrales) sont fréquentes. Des lésions oculaires sévères sont toujours observées en cas de contact prolongé avec une solution dont le pH est supérieur ou égal à 11,5.

Subaiguë et chronique [8]

Dix rats ont été exposés à des aérosols d'une solution aqueuse à 40 %

d'hydroxyde de sodium, pendant 30 minutes, 2 fois par semaine. Les concentrations atmosphériques ne sont pas précisées ; 80 % des particules constituant les aérosols avaient un diamètre inférieur à 1 µm ; l'expérimentation qui devait durer 2,5 mois a été arrêtée après 3 semaines parce qu'elle était très mal tolérée. Les animaux ont été sacrifiés 10 jours plus tard. Des ulcérations bronchiques, des bouchons mucocellulaires intraluminaux, des foyers d'emphysème ont été observés à l'autopsie. Trois des animaux avaient des tumeurs pulmonaires qui ne sont pas décrites.

Mutagenèse [13]

L'hydroxyde de sodium, en concentration inférieure à 0,003 nM (non cytotoxique) n'est pas mutagène pour les souches TA 1535, TA 1538, TA 98 et TA 100 de Salmonella typhimurium. Il n'induit pas de synthèse de l'ADN chez Escherichia coli.

Toxicité sur l'homme [8, 12, 14, 15]

L'ingestion d'une solution concentrée d'hydroxyde de sodium (pH >11,5) est immédiatement suivie de douleurs buccales, rétrosternales et épigastriques. Les vomissements sont fréquents et habituellement sanglants. L'examen de la cavité buccale révèle, presque toujours, des brûlures sévères. La fibroscopie œsogastro-duodénale permet de faire le bilan des lésions caustiques du tractus digestif supérieur. Le bilan biologique montre une acidose métabolique et une élévation des enzymes tissulaires témoignant de la nécrose. L'hyperleucocytose est constante. Les complications susceptibles d'être observées dans les jours suivant l'ingestion sont :

- des hémorragies digestives,
- des perforations œsophagiennes ou gastriques,
- un choc (secondaire à une hémorragie abondante ou à une perforation),
- une acidose métabolique intense et/ou une coagulation intravasculaire disséminée (traduisant une nécrose étendue ou une perforation),
- une détresse respiratoire (révélant un œdème laryngé, une destruction du carrefour aérodigestif, une pneumopathie d'inhalation ou une fistule œsotrachéale).

L'évolution ultérieure est dominée par le risque de constitution de sténoses digestives. D'autre part, plusieurs cas de cancer de l'œsophage ont été rapportés, plusieurs années après une ingestion d'hydroxyde de sodium, au niveau des cicatrices des lésions caustiques.

L'injection intraveineuse d'hydroxyde de sodium produit une ulcération au point d'injection, une thrombose puis une sclérose veineuse, une hémolyse intense (qui peut se compliquer d'une insuffisance rénale aiguë), une coagulopathie intravasculaire disséminée et des troubles hémodynamiques.

Les projections cutanées et oculaires d'hydroxyde de sodium sont responsables de graves lésions caustiques profondes et extensives si une décontamination cutanée n'est pas immédiatement réalisée. Un lavage abondant à l'eau doit être entrepris,

même en l'absence de douleur locale : en cas de contamination cutanée, la sensation de brûlure est toujours retardée de quelques minutes. En cas de projection oculaire, les séquelles (opacités cornéennes, glaucome, cataracte) sont fréquentes.

Valeur limite d'exposition

En France, le ministère du Travail a fixé pour l'hydroxyde de sodium, la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicative, qui peut être admise dans l'air des locaux de travail. Cette valeur correspond à une concentration de 2 mg/m³.

REGLEMENTATION

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.

- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au J.O.)

- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (J.O. du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (J.O. du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Cuves et réservoirs

- Article R. 233-46 du Code du travail et circulaire du ministère du Travail du 11 avril 1952 (non parue au J.O.).

4° Valeur limite d'exposition

- Circulaire du ministère du Travail du 5 mars 1985 (non parue au J.O.).

5° Maladies de caractère professionnel

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

6° Classification et étiquetage

a) de l'hydroxyde de sodium pur :

- arrêté du 20 avril 1994 (J.O. du 8 mai 1994), qui prévoit la classification suivante :

Corrosif R 35

b) des préparations contenant de l'hydroxyde de sodium :

- arrêté du 21 février 1990 modifié (J.O. du 24 mars 1990) ; des limites de concentration sont fixées à l'annexe I de l'arrêté du 20 avril 1994.

7° Travaux interdits

- Article R. 234-21 du Code du travail concernant certains travaux interdits aux jeunes travailleurs âgés de moins de 18 ans (fabrication et manipulation de la soude caustique).

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 19 sur 20

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement. Paris, Imprimerie des Journaux officiels, brochures n° 1001 :

– n° 1630, emploi ou stockage de lessives de soude renfermant plus de 20 % d'hydroxyde de sodium ;

– arrêtés du 10 juillet 1990 et du 1^{er} mars 1993 modifiés relatifs aux rejets.

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la Santé publique) (J.O. du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (J.O. du 13 octobre 1990) :

– détention dans des conditions déterminées,

– étiquetage (cf 6°)

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport par route et chemin de fer

– Transport national, ADR et RID : cette substance doit être déclarée sous l'une des deux rubriques suivantes :

1823-Hydroxyde de sodium solide

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Chiffre/lettre : 41^b
- Code matière : 1823
- Etiquette : 8

1824-Hydroxyde de sodium en solution

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Chiffre/lettre : 42^{b,c}
- Code matière : 1824
- Etiquette : 8

2° Transport par air

– IATA.

3° Transport par mer

– IMDG.

RECOMMANDATIONS

En raison de leurs propriétés corrosives, des mesures de prévention sérieuses s'imposent lorsqu'on doit stocker ou manipuler l'hydroxyde de sodium et ses solutions aqueuses.

I. Au point de vue technique

Stockage

• Stocker l'hydroxyde de sodium dans des locaux bien ventilés, à l'écart des acides et de tout produit incompatible (cf. Propriétés chimiques).

• Bannir tout métal ou objet métallique susceptible de réagir avec dégagement d'hydrogène au contact de l'hydroxyde de sodium.

• Le sol des locaux sera imperméable et formera cuvette de rétention afin qu'en cas de déversement accidentel, les solutions ne puissent se répandre au dehors.

• Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

• Prévoir, à proximité et à l'extérieur, des équipements de protection, notamment des appareils de protection respiratoire isolants autonomes, un poste d'eau à débit abondant, des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas d'accident.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où sont manipulés l'hydroxyde de sodium ou ses solutions aqueuses. En outre :

• Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

• Éviter l'inhalation de poussières ou d'aérosols d'hydroxyde de sodium. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle. Ventiler convenablement les locaux de travail. Dans tous les cas, capter les émissions à leur source. Prévoir, à proximité, des appareils de protection respiratoire et des équipements de protection appropriés pour les travaux de courte durée à caractère exceptionnel ou pour les interventions d'urgence.

• Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel, vêtements de protection, gants et lunettes de sécurité. Les effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.

• Prévoir des douches de sécurité et des fontaines oculaires dans les ateliers où le produit est manipulé de façon constante.

• Maintenir les locaux en parfait état de propreté.

• La dissolution de l'hydroxyde de sodium sous forme d'écailles, cubes ou grains doit s'effectuer très progressivement et sous agitation, en raison de la forte quantité de chaleur qui peut se dégager, ce qui entraîne habituellement une vaporisation de l'eau accompagnée de violentes projections. Pour ces mêmes raisons, il y a intérêt à effectuer ces opérations dans un local séparé. En ce qui concerne les blocs, le processus est différent ; il s'effectue dans des installations spécialement conçues à cet effet.

• Ne jamais procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'hydroxyde de sodium ou ses solutions aqueuses sans prendre les précautions d'usage [17].

• L'évacuation des eaux résiduaires dans un égout ou une rivière ne pourra s'effectuer que lorsque leur pH aura été ramené entre 5,5 et 8,5.

• En cas de fuite ou de déversement accidentel de grande quantité, évacuer le personnel et ne laisser opérer que des équipes d'intervention entraînées et équipées.

• Conserver les déchets dans des récipients et réservoirs spécialement prévus à cet effet. Les éliminer dans les conditions prévues par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).

II. Au point de vue médical

• Éloigner des postes comportant un risque d'exposition les sujets atteints d'affections cutanées, cardio-pulmonaires chroniques ou de troubles du tractus digestif supérieur.

• Roommander aux porteurs de lentilles de contact d'utiliser des verres correcteurs lors des travaux où ils peuvent être exposés à des vapeurs ou aérosols du produit.

• Lors des examens systématiques, rechercher des lésions cutanées, oculaires, dentaires et pulmonaires ainsi que des signes d'irritation digestive.

• Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas l'avis d'un médecin. Lui préciser si possible le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est supérieur à 11,5.

• En cas de contact cutané, laver immédiatement à l'eau pendant quinze minutes. Retirer s'il y a lieu les vêtements souillés et ne les réutiliser qu'après décontamination.

• En cas de projection oculaire, laver immédiatement à grande eau pendant quinze minutes. Toujours consulter un ophtalmologiste.

• En cas d'inhalation de poussières ou d'aérosols, retirer la victime de la zone polluée, après avoir pris toutes les précautions nécessaires. Mettre en œuvre s'il y a lieu des manœuvres de réanimation. Laisser le sujet au repos en raison du risque d'accident respiratoire aigu retardé.

• En cas d'ingestion de solutions diluées (pH inférieur à 11,5) en très faible quantité, faire boire un ou deux verres d'eau. S'il apparaît des douleurs rétrosternales et abdominales, des nausées et des vomissements, consulter un médecin.

• En cas d'ingestion de solutions concentrées dont le pH est supérieur à 11,5 ou de solutions dont le pH n'est pas connu, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements ; faire transférer rapidement en milieu hospitalier.

Bibliographie

1. KIRK-OTHMER. – Encyclopedia of chemical technology. New York, Londres, Wiley Interscience, 1978, vol. 1, pp. 848-865.
2. Techniques de l'ingénieur. Constantes physico-chimiques, fascicule K640, p. 7.
3. PASCAL P. – Nouveau traité de chimie minérale. Paris, Masson, 1966, tome II, pp. 246-268.
4. Occupational health guideline for sodium hydroxide. Cincinnati, NIOSH/OSHA, 1978.
5. LELEU J. – Réactions chimiques dangereuses. Paris, INRS, ED 697, 1987, p. 332.
6. SAX N.I. – Dangerous properties of industrial materials. New York, Londres, Van Nostrand Reinhold Company, 1984, pp. 2434-2435.
7. Toxic and hazardous industrial chemicals safety manual for handling and disposal with toxicity and hazard data. Tokyo,

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP2a – Conduite, contrôle et maintenance		Session 2008
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 20 sur 20