

# C.A.P. Agent de la Qualité de l'Eau

Session 2009

## Épreuve EP 2a

Conduite et Contrôle

DOSSIER SUJET

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 1 sur 15

# TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE D'UNE EAU PAR COAGULATION FLOCCULATION DECANTATION

Le traitement physico-chimique par coagulation - floculation - décantation est un procédé qui est mis en œuvre aussi bien pour la production d'eau potable que pour l'épuration des eaux usées.

Dans les 2 cas, on utilise un réactif qui a pour objectif de déstabiliser chimiquement l'eau brute. Pour connaître les bonnes doses de réactifs : coagulant, correction de pH et éventuellement floculant, on fait des essais en laboratoire appelés « JAR-TEST ».

## Objectifs :

- Effectuer un « jar test » afin de déterminer précisément la quantité optimale de coagulant.
- Effectuer des contrôles sur l'eau brute : turbidité, teneur en phosphate et en chlorure.
- Effectuer des contrôles sur l'eau traitée : turbidité, teneur en phosphate, en fer<sup>III</sup> résiduel et en chlorure.
- Compléter les divers documents réponses tout au long du travail réalisé.

**A la fin de l'épreuve, le candidat doit remettre l'ensemble des documents, sujets, calculs et brouillons.**

Le candidat doit travailler dans le respect des conditions d'hygiène et de sécurité. La notation prend en compte la propreté, la tenue ainsi que l'organisation du poste de travail.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 2 sur 15

# 1 Détermination de la dose optimale de coagulant

Réaliser les différentes tâches suivantes et compléter le DOCUMENT REPONSE 1 (profiter du temps d'attente des phases 8 et 9 pour répondre aux questions du DOCUMENT REPONSE 1).

N°	PHASES	CONSIGNES
1	VERIFIER	le bon fonctionnement du matériel ainsi que sa propreté.
2	ÉTALONNER	le pH mètre (voir document joint par le centre d'examen).
3	REEMPLIR	les 6 béchers avec 1 L d'eau brute, les placer sous les pales des agitateurs puis descendre celles-ci.
4	INTRODUIRE	successivement des doses croissantes de chlorure ferrique : 5 mL / 7 mL / 10 mL / 15 mL / 20 mL / 25 mL dans les 6 béchers.
5	INTRODUIRE	successivement des doses croissantes de soude : .... mL / ..... mL / ....mL / .... mL / .... mL / .... mL dans les 6 béchers.
6	AGITER	rapidement à 150 tours/min pendant <u>3 minutes</u> .
7	RELEVER	le pH de chaque bécher.
8	REDUIRE	l'agitation à 40 tours/min pendant <u>15 min</u> .
9	ARRETER	l'agitation, relever lentement les pales des agitateurs pour ne pas casser les floes et <b>OBSERVER</b> la décantation pendant <u>5 minutes</u>
10	MESURER	la hauteur de boues <u>après 5 minutes de décantation</u> dans chaque bécher, noter le résultat dans le document réponse 1-3).
11	NETTOYER	et ranger le poste de travail.

Cette analyse est insuffisante pour conclure sur la dose optimale de coagulant. Pour compléter la recherche, vous procéderez par élimination au fur et à mesure des analyses. La conclusion finale apparaîtra sur le DOCUMENT REPONSE 6.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 3 sur 15

## 2 Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau brute et de l'eau traitée

*Pour ce poste de travail vous vous aiderez des documents techniques du turbidimètre et du spectrophotomètre (ou du colorimètre) mis à disposition par le centre d'examen.*

Pour conduire ces contrôles, vous disposez de 3 échantillons : un contenant de l'eau brute, le deuxième contenant une eau décantée prélevée lors de la phase de démarrage de l'installation et un troisième prélevé en fin de traitement.

### Mesure de la turbidité

N°	PHASES	CONSIGNES
1	VERIFIER	le bon fonctionnement le turbidimètre ainsi que sa propreté.
2	PRELEVER	un échantillon d'eau brute, après l'avoir homogénéisé, dans une cuve de mesure (faire attention à ne pas former de bulles d'air).
3	INTRODUIRE	la cuve dans le puits de mesure et lire la valeur affichée.
4	CONSIGNER	la valeur lue dans le document réponse 2-5).
5	REPETER	les opérations 2, 3 et 4 pour les deux autres échantillons.
6	NETTOYER	et ranger le matériel.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 4 sur 15



## Mesure des teneurs en phosphate

N°	PHASES	CONSIGNES
1	VERIFIER	le bon fonctionnement du spectrophotomètre (ou du colorimètre) ainsi que sa propreté.
2	EFFECTUER	la mesure du phosphate sur l'eau brute en suivant la procédure fournie par le centre d'examen.
3	CONSIGNER	la valeur lue dans le document réponse 2-7).
4	REPETER	les opérations 2 et 3 pour les deux autres échantillons.
5	NETTOYER	et ranger le matériel.

## Mesure des teneurs en fer<sup>III</sup> résiduel

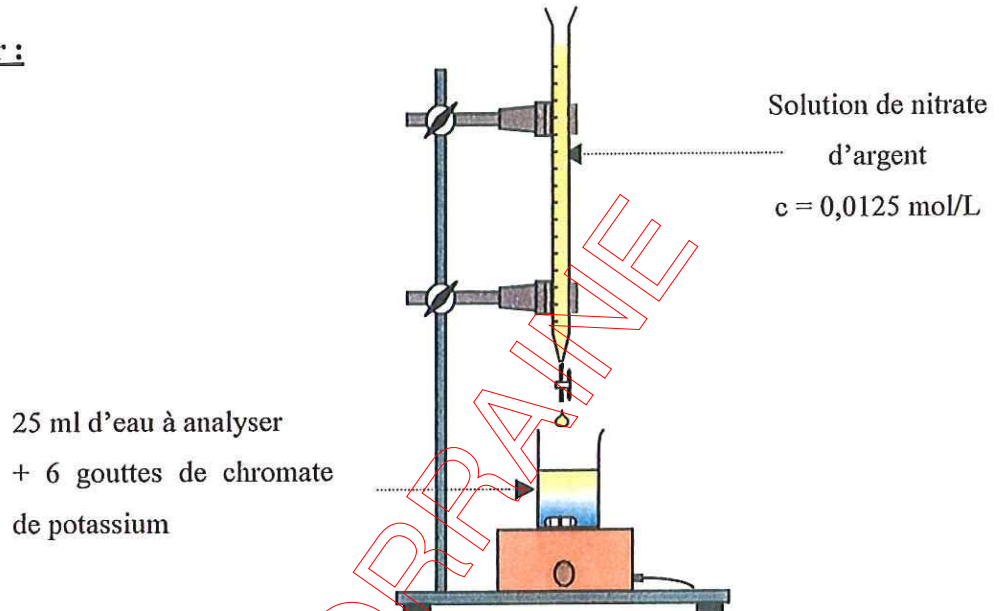
N°	PHASES	CONSIGNES
1	VERIFIER	le bon fonctionnement du spectrophotomètre (ou du colorimètre) ainsi que sa propreté.
2	EFFECTUER	la mesure du fer <sup>III</sup> résiduel sur l'eau prélevée en début de traitement en suivant la procédure fournie par le centre d'examen.
3	CONSIGNER	la valeur lue dans le document réponse 2-8).
4	REPETER	les opérations 2 et 3 pour l'échantillon prélevé en fin de traitement.
5	NETTOYER	et ranger le matériel.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 5 sur 15

### 3 Mesure de la concentration résiduelle en ions chlorure

Le coagulant choisit, le chlorure ferrique, possède un inconvénient majeur : il libère des ions chlorure. Vous devez effectuer le contrôle des ions chlorures par dosage volumétrique dans l'eau brute et l'eau traitée pour vérifier l'influence du traitement sur la qualité de l'eau.

- Montage à réaliser :



- Dosage de l'eau brute

1. Rincer la burette deux fois à l'eau distillée puis deux fois avec la solution de nitrate d'argent.
2. Remplir la burette de la solution de nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$ .
3. Introduire 25 mL d'eau du robinet, et 6 gouttes de chromate de potassium dans un erlenmeyer.
4. Ajouter la solution de nitrate d'argent jusqu'au virage de la coloration jaune à une teinte brunâtre. Noter le volume  $V_e$  introduit (3 essais minimum) dans le DOCUMENT REPONSE 3-10-a.

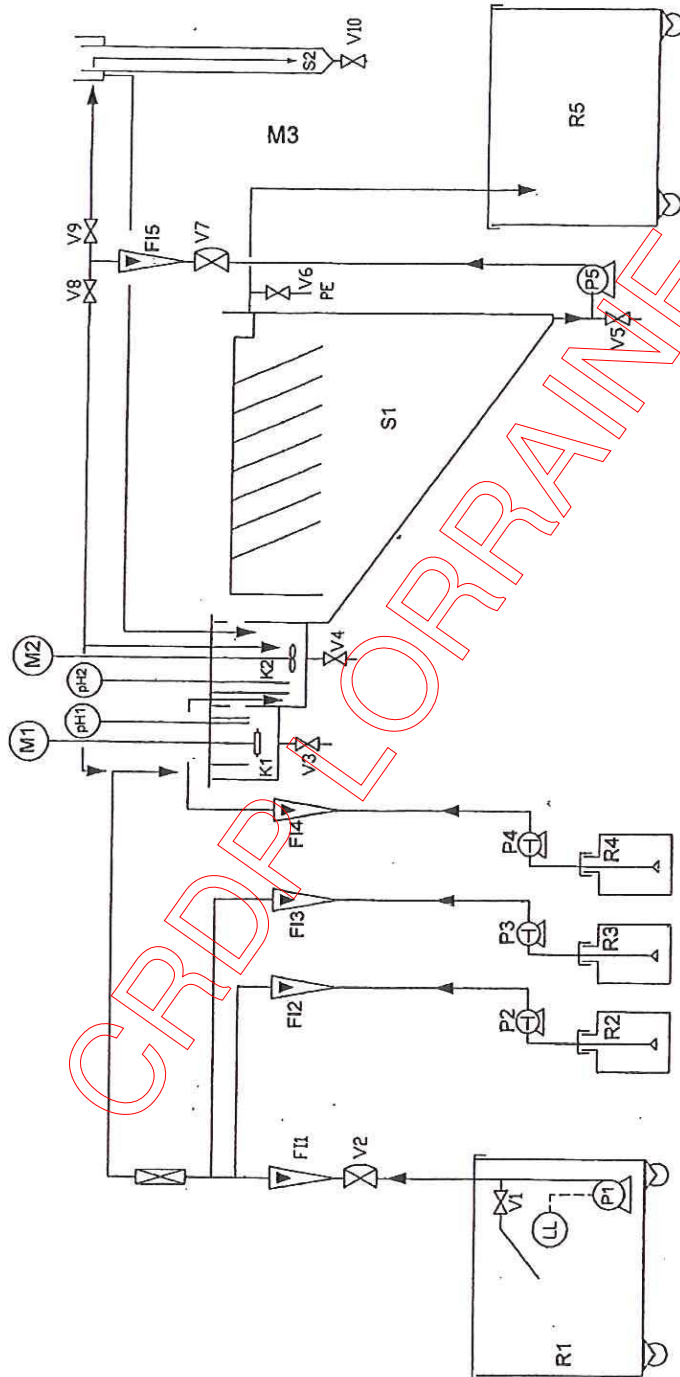
- Dosage de l'eau traitée

5. Dans un erlenmeyer, introduire 25 mL d'eau traitée mise à votre disposition ;
6. Ajouter 6 gouttes de chromate de potassium dans l'erlenmeyer ;
7. Ajouter la solution de nitrate d'argent jusqu'au virage de l'indicateur coloré (3 essais minimum). Noter le volume  $V_e$  (3 essais minimum) dans le DOCUMENT REPONSE 3-10-b.
8. Compléter le DOCUMENT REPONSE 3-11 et nettoyer le poste de travail.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 6 sur 15

## 4 Réalisation du traitement sur pilote

A partir du pilote de coagulation/floculation/décantation dont le schéma est décrit ci-dessous, vous pourrez conduire une étape de traitement sur votre installation :



CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 7 sur 15

REPÈRE	DÉSIGNATION
V1	Vanne de recirculation de l'eau à traiter
V2	Vanne de réglage du débit d'alimentation
V3	Vanne de vidange du coagulateur
V4	Vanne de vidange du flocculateur
V6	Vanne de prise d'échantillon de l'eau traitée
V7	Vanne de réglage du débit de recirculation des boues
V8	Vanne de recyclage des boues
V9	Vanne d'alimentation de l'épaississeur
V10	Vanne de vidange de l'épaississeur
FI1	Indique le débit d'eau brute
FI2	Indique le débit de coagulant
FI3	Indique le débit de solution pour ajuster le pH
FI5	Indique le débit de boues

REPÈRE	DESIGNATION
P1	Pompe d'alimentation en eau à traiter
P2	Pompe d'injection du coagulant
P3	Pompe doseuse pour corriger le pH
P4	Pompe d'injection du flocculant
R2	Cuve de stockage du coagulant
R3	Cuve de stockage acide / base
R4	Cuve de stockage du flocculant
R5	Cuve de récupération des eaux décantées
M1	Mélangeur d'eau avec le coagulant
M2	Mélangeur d'eau avec le flocculant
K2	Flocculateur
S2	Epaississeur

Compléter les DOCUMENTS REPONSES 4 ET 5.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 8 sur 15



## Conduite d'une étape de traitement par coagulation - floculation – décantation

N°	PHASES	CONSIGNES
1	VERIFIER	le bon fonctionnement du matériel ainsi que sa propreté.
2	METTRE	le pilote sous tension.
3	DEMARRER	la pompe de brassage et d'alimentation en eau brute en ouvrant la vanne de recirculation afin d'homogénéiser l'eau à traiter.
4	ALIMENTER	le pilote en eau brute au débit $Q = 100 \text{ L/h}$ en agissant sur la vanne de réglage du débit.
5	DEMARRER	la pompe d'injection de coagulant au débit $Q_{\text{coag}} = 5 \text{ L/h}$ (se référer à la courbe d'étalonnage de la pompe pour déterminer de pourcentage correspondant).
6	DEMARRER	la pompe d'injection de correction de pH afin de maintenir le pH dans les bassins de coagulation à une valeur de $7,5 \pm 0,2$ unité pH. <b>Pour vous aider, sélectionner une valeur initiale égale à 20%.</b>
7	METTRE	en fonctionnement les pHmètres des 2 bassins.
8	METTRE	en route les agitateurs des bassins : - de coagulation à 250 tr/min, - de floculation à 50 tr/min.
9	CONDUIRE	l'installation en ajustant régulièrement tous les paramètres ci-dessus durant 30 minutes. Ne pas oublier de compléter la fiche suivi de traitement du <b>document réponse 6</b> .
10	REALISER	Une extraction de boues décantées au débit $Q_{\text{extract}} = 200 \text{ L/h}$ pendant 2 minutes. Réaliser cette opération à $t = 10, 20, 30$ minutes.
11	ARRETER	L'installation et la mettre en sécurité.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 9 sur 15

# ANNEXE 1 : FICHE TOXICOLOGIQUE DU CHLORURE FERRIQUE

## 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)

**FeCl<sub>3</sub>**

### Numéros CA5

N° 7705-09 - 0 (FeCl<sub>3</sub>)  
N° 10025-77-1 (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O)

### 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 cuivre-nickel.
- 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 (D<sub>4</sub><sup>20</sup>) : 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 (à 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 (D<sub>4</sub><sup>20</sup>) : 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 : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 10 sur 15



concentrées, il se produit un dégagement de chaleur

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

#### Réipients de stockage

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

Le verre est également utilisable pour de petites quantités : dans ce cas, les bocaux seront protégés 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 la 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/m<sup>3</sup>, 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 phosphoprotéines 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].

##### Cancérogénèse [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 collapsus. Une acidose métabolique, une atteinte tubulaire rénale aiguë, des troubles de la coagulation et une cytololyse hépatique peuvent compliquer ce tableau. Dans certains cas, un coma convulsif a été rapporté. Des séquelles digestives gênantes 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 États-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/m<sup>3</sup>, 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-B 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

ai 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 : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 11 sur 15



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 chlore ou de chlorure d'hydrogène sur la fer ;
- arrêtés du 10 juillet 1990 modifié et du 1<sup>er</sup> 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 : 6
- Code danger : 60
- Code matière : 1773
- Etiquette : 6

2582 - Chlorure de fer III en solution

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Code matière : 2582
- Etiquette : 8

##### 2° Transport par air

- IATA,

##### 3° Transport par mer

- IMDG.

• Fermer soigneusement les récipients qui présenteront en caractères apparents l'incarcération de leur contenu.

• Prévoir, à proximité immédiate des locaux, des appareils de protection respiratoire auto-normes 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 la 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 de 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, consulter 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 pourra tenter de lui faire boire un verre de solution de bicarbonate de sodium à 1 % ; puis le 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, Eli Atochem, 1990.
2. Chlorure ferrique en solution - Fiche de données de sécurité. Locos - PCL (Produits Chimiques de Locos), 1993.
3. LEWIS R.J. Sr - Sax's Dangerous properties of industrial materials, 8<sup>e</sup> éd. New York, Van Nostrand Reinhold, 1992, p. 1698.
4. The Merck Index, 11<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> éd. Cincinnati, DHEW, Méthode 7300 - Elements (ICP), mise à jour 1984.
7. Ferric chloride. In : base de données RTECS. Cincinnati, DHHS (NIOSH), mise à jour janvier 1994.
8. LYSCOVANOVA I.K. - Santarano-Teknikologicheskaya otkryta soedinenij zheleza (évaluation toxicologique de composés du fer). Gigiena i Sanitariya, 1974, 5, pp. 16-19.
9. JOHANSSON A. et coll. - Macrophage reaction in rabbit lung following inhalation of iron chloride. Environmental Research, 1992, 56, pp. 66-79.
10. MCGREGOR D.B. et coll. - Responses of the L517BY tk-1k- mouse lymphoma cell forward mutation assay. Environmental and Molecular Mutagenicity, 1988, 12, 1, pp. 85-154.
11. BANCHEFF F. et coll. - Nuclear aberrations and micronucleus induction in the digestive tract of mice treated with different iron salts. Journal of Applied Toxicology, 1988, 8, 3, pp. 179-183.
12. CHAN S.H., AUBA-Y. - Teratogenicity of metals to chick embryos. Journal of Toxicology and Environmental Health, 1990, 30, 1, pp. 23-31.
13. SAITO M. et coll. - Lack of carcinogenicity of ferric chloride in F344 rats. Food and Chemical Toxicology, 1992, 30, 10, pp. 837-842.
14. BERRIN G. et coll. - Toxicologie clinique. Paris, Flammarion, 1987, pp. 504-506.
15. CHESTNUT G. et coll. - Fer. In : Toxicologie clinique et analytique. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1971, p. 636.
16. Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R 276. INRS

## 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 ailleurs.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET	
Épreuve : EP 2a - Conduite et Contrôle		Session 2009	
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 12 sur 15	



# ANNEXE 2 : FICHE TOXICOLOGIQUE DE L'HYDROXYDE DE SODIUM

## 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

### CARACTÉRISTIQUES

#### Utilisation

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

#### 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<sub>20</sub><sup>20</sup>) : 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

C - Corrosif

**HYDROXYDE DE SODIUM**

R 20 - Provoque de graves brûlures.  
S 20 - En cas de contact avec les yeux, les irriter 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 maladie consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).  
215-185-5 - Etiquetage CE.

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET
Épreuve : EP 2a - Conduite et Contrôle		Session 2009
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 13 sur 15



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

Préférentiellement 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 (mêles 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. À 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 [9]

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 mM (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 cartilage aéro-digestif, 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/m<sup>3</sup>.

## REGLEMENTATION

### Hygiène et sécurité du travail

#### 1° Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-6 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 1965 (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 16 ans (fabrication et manipulation de la soude caustique).

CAP AGENT DE LA QUALITE DE L'EAU		SUJET	
Épreuve : EP 2a – Conduite et Contrôle		Session 2009	
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 14 sur 15	



## Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement. Paris, Imprimerie des Journaux d'Alsace, 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<sup>er</sup> 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 :

1623-Hydroxyde de sodium solide

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Chiffre/netto : 4170
- Code matière : 1623
- Etiquette : 8

1624-Hydroxyde de sodium en solution

- Classe : 8
- Code danger : 80
- Chiffre/netto : 4270
- Code matière : 1624
- 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'écaillés, 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.

• Recommander 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, 1968, tome II, pp. 246-268.
4. Occupational health guideline for sodium hydroxide. Clinically, NICOSH/MSHA, 1978.
5. LELEU J. - Réactions chimiques dangereuses. Paris, INRS, ED 697, 1987, p. 332.
6. SAX N.J. - 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 : EP 2a - Conduite et Contrôle		Session 2009	
Durée : 5 h 00	Coefficient : 6	Page 15 sur 15	