

EPREUVE EP1

1^{ère} Partie

Temps conseillé (pour cette partie) : 2 heures maximum

Composition du sujet :

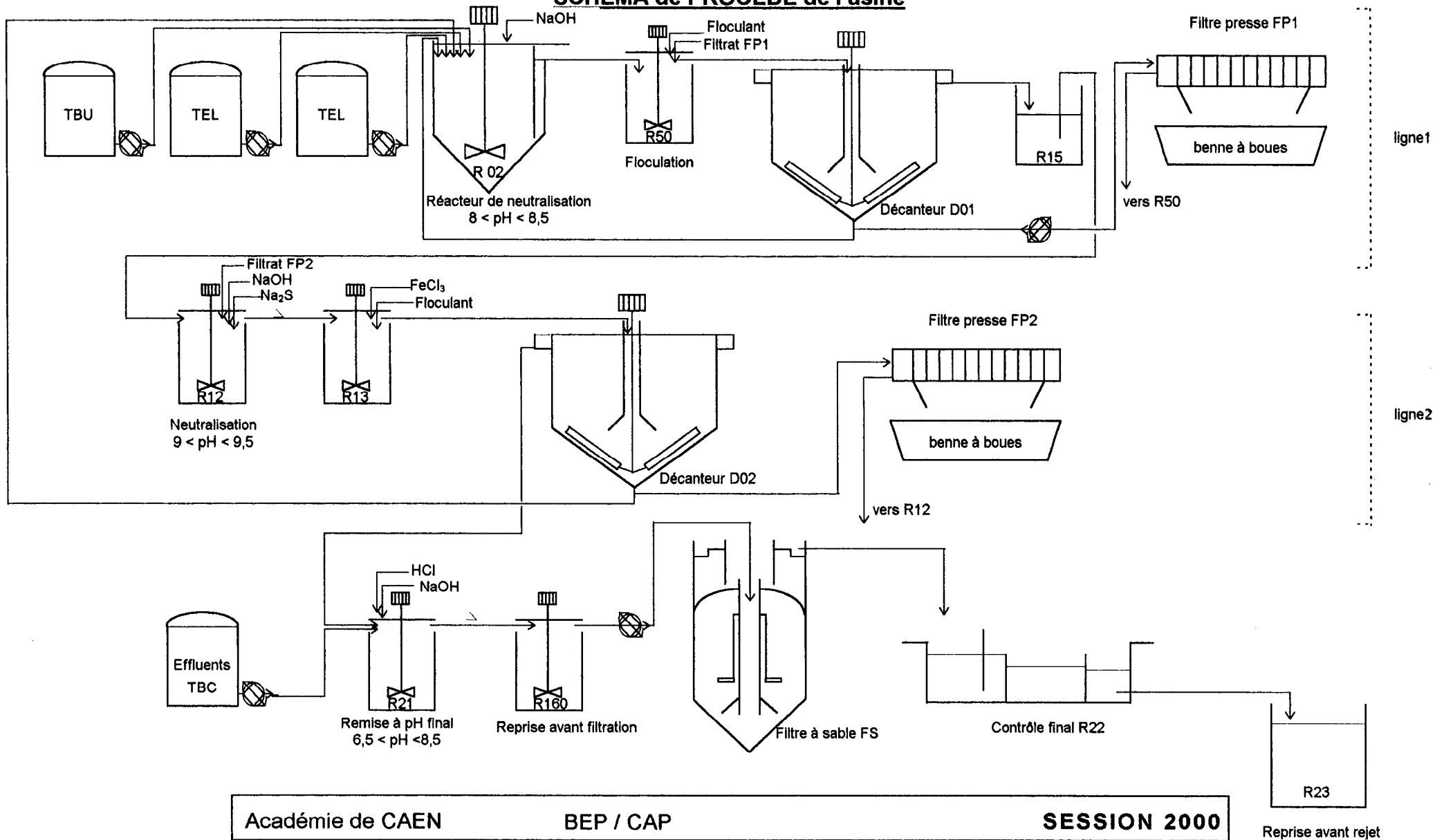
- Présentation du sujet : feuille 1 / 10
- Schéma de procédé de l'installation étudiée : feuille 2 / 10
- Questionnaire à traiter : feuilles 3 / 10 et 4 / 10
- Courbe des densités des solutions d'hydroxyde de sodium : feuille 5 / 10
- Fiche toxicologique de l'hydroxyde de sodium : feuille 6 / 10
- Fiche toxicologique de l'acide chlorhydrique : feuille 7 / 10
- Schéma d'un filtre à sable (à compléter et à rendre) : feuille 8 / 10
- Schéma d'une pompe DELASCO (à compléter et à rendre) : feuille 9 / 10
- Extraits de normes de rejets de métaux : feuille 10 / 10

Situation d'évaluation :

Vous êtes opérateur dans une usine de fabrication de circuits imprimés. Celle-ci possède une station des eaux où l'on traite les effluents issus de cuves TBU (Traitement des Bains Usés), TEL (Traitement des Eaux de Lavages) et TBC (Traitement des Bains Complexants) contenant essentiellement du cuivre. Cette station est composée de deux lignes de traitement qui peuvent fonctionner séparément ou en série.

| | | | |
|------------------|-------------------------|--|--------------|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 1/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX <u>DOMINANTE: Traitement des Eaux</u> | |

SCHEMA de PROCEDURE de l'usine



| | | |
|------------------|-------------------------|--|
| Académie de CAEN | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques |
| SUJET | Feuille : 2/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX DOMINANTE: Traitement des Eaux |

QUESTIONNAIRE

Après avoir pris connaissance de l'ensemble sujet et documentation, traiter les questions posées en donnant toutes les justifications nécessaires à la compréhension et au développement des réponses.

I - Etude de l'installation (se reporter au schéma de procédé feuille 2/10)

- 1) Etablir le schéma de principe complet du traitement de l'eau dans cette usine. (15 points)
- 2) a- Légender le schéma de la **feuille 8 / 10 en utilisant la nomenclature proposée.** (3 points)
b- Expliquer le principe de fonctionnement d'un filtre à sable en utilisation puis en lavage. (2 points)
- 3) L'usine utilise des pompes DELASCO. Compléter la **feuille 9 / 10** . (4 points)

II - Etude de la neutralisation (ligne 1)

Les effluents provenant de l'usine et des différents recyclages, arrivent dans le réacteur R02. Une sonde de mesure de pH commande l'injection de soude pour maintenir le pH à 8 - 8,5, qui est la zone de précipitation optimale des métaux présents.

- 1) Calculer la normalité de la solution de soude utilisée ($d = 1,32$). (**feuille 5/10**) (5 points)
- 2) Cette sonde étant momentanément hors service, l'injection doit être réalisée manuellement.

Une prise d'échantillon de 10 mL d'effluents nécessite 10,8 mL de soude à 0,1N pour amener le pH à la valeur désirée.

- a- Calculer le volume d'effluents à traiter. (1 point)
- b- En déduire le volume de soude à 0,1 N puis à 9,7 M à injecter dans le réacteur R02. (3 points)

Masse d'effluents à traiter : 4700 kg

Densité des effluents à traiter : 1,039

III - Etude de la floculation (ligne 1)

Une injection de floculant est effectuée dans le réacteur R50 par l'intermédiaire d'une pompe doseuse à un taux de traitement de 2 g/m³.

- 1) La solution floculante est préparée dans une cuve à partir de produit solide. Quel volume de solution floculante doit-on injecter dans le réacteur ? (3 points)

| | | | | | |
|------------------|--|-------------------------|--|--|--|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | | SESSION 2000 | |
| Durée : 3 heures | | 1 ^{ère} partie | | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | | Feuille : 3/10 | | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX <u>DOMINANTE: Traitement des Eaux</u> | |

Concentration de la solution floculante : $C = 0,05 \text{ g/L}$

Volume d'effluents dans le réacteur R50: 4500 L

2) Cette pompe doseuse à course variable, a un débit maximum de 50 L/h. Quel débit théorique sera obtenu si l'on effectue un réglage de 60% ? (2 points)

3) L'étalonnage de cette pompe est effectué par dépotage dans une éprouvette de 250 mL. On coule ainsi 174 mL de solution floculante en 20 secondes.

a) Calculer le débit de la pompe en L/h. (3 points)

b) Quel est alors le réglage de la course ? (2 points)

IV - Analyses. (fin de ligne 1)

1) En fin de ligne 1, la concentration en cuivre des effluents (R15) est de 0,12 g/L. Calculer le rendement d'élimination. (3 points)

Concentration en cuivre des effluents à traiter (R02) : 100 g/L

Volume d'effluents à traiter (R02) : 4500 L

Volume d'effluents traités (R15) : 4200 L

2) 80 kg de boues sont chargés dans le filtre presse FP1. Elles contiennent 70% d'humidité. Calculer la masse d'extrait sec. (2 points)

V - Sécurité - Hygiène - Environnement.

1) Le contrôle final (R22) détecte une concentration en cuivre de 1 mg/L. Cette valeur est-elle conforme aux normes de rejets ? Justifier. (feuille 10 / 10) (2 points)

Le procédé global utilise entre autres de l'hydroxyde de sodium et de l'acide chlorhydrique en solutions aqueuses. (voir feuilles 6 / 10 et 7 / 10).

2) Quelles précautions corporelles doit-on prendre lorsque l'on manipule ces produits ? (4 points)

3) Nommer et schématiser la ou les étiquettes à apposer sur des fûts de solutions d'hydroxyde de sodium et d'acide chlorhydrique de concentration supérieure à 25% ? (4 points)

4) Que faire en cas de projections cutanées de l'un de ces produits ? (2 points)

| | | | |
|------------------|-------------------------|--|--------------|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 4/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX <u>DOMINANTE: Traitement des Eaux</u> | |

ρ en kg.m^{-3}

1400

1300

1200

1100

1000

0%

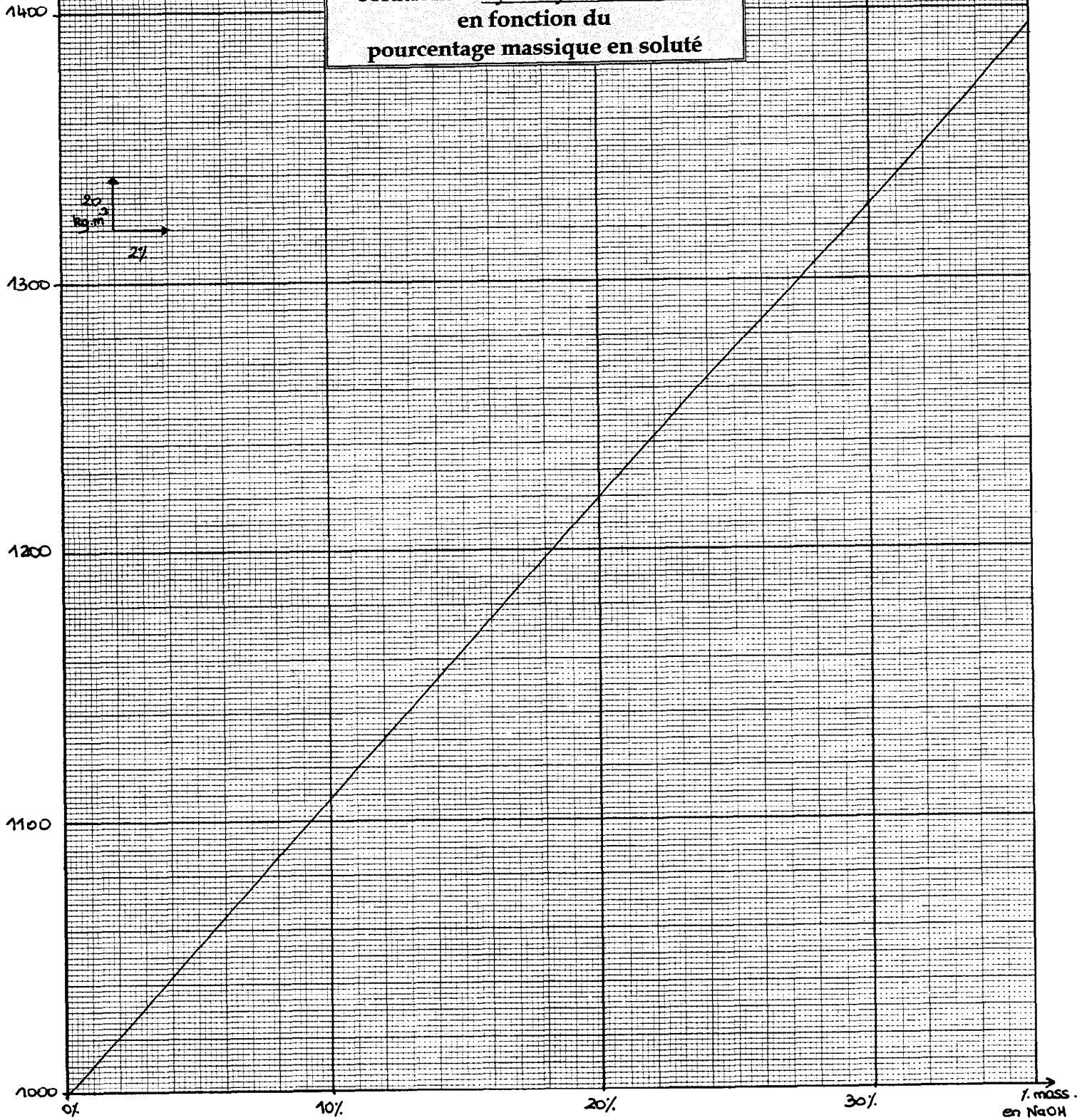
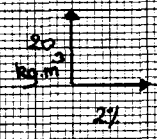
10%

20%

30%

% mass. en NaOH

Masses volumiques à 20°C de solutions d'hydroxyde de sodium en fonction du pourcentage massique en soluté



Académie de CAEN

BEP / CAP

SESSION 2000

Durée : 3 heures

1^{ère} partie

EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques

SUJET

Feuille : 5/10

INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX
DOMINANTE: Traitement des Eaux

FICHE TOXICOLOGIQUE

HYDROXYDE DE SODIUM

et solutions aqueuses

CARACTÉRISTIQUES - IDENTIFICATION

Numéro C.A.S.

Chemical Abstracts Service Registry n° 1310-73-2.

Synonyme.

Hydroxyde de sodium.

Utilisation [1].

- Industrie des textiles artificiels (rayonne, fibre).
— Fabrication de feuilles et films celluloses (cellophane...).
- Industrie des savons.
- Fabrication de l'aluminium et de nombreux produits chimiques (phosphates de sodium, phénol...).
- Raffinage du pétrole.
- Industrie métallurgique (décapage de l'acier inoxydable), construction métallique (désémaillage) et miroiterie.
- Séchage et décarbonatation de certains gaz...

Propriétés physiques [2. 3. 4].

La **soude caustique anhydre** se présente sous la forme d'un corps solide blanc, translucide et très hygroscopique.

Masse molaire : 40,01.

Point de fusion : 318,4 °C.

Point d'ébullition : 1 390 °C sous 1 bar.

Densité à 20 °C : 2,13.

Tensions de vapeur :

1,3 mbar à 739 °C

26,7 mbar à 953 °C

80 mbar à 1 057 °C

133 mbar à 1 111 °C

267 mbar à 1 192 °C

533 mbar à 1 286 °C.

Ce produit est très soluble dans l'eau; la dissolution s'accompagne d'un important dégagement de chaleur.

| | | | |
|------------------|-------------------------|---|--------------|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 6/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX <u>DOMINANTE</u> : Traitement des Eaux | |

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

Dans le commerce, la soude caustique est livrée, soit sous forme solide (blocs, écailles, cubes, grains, perles, poudre), soit sous forme de solutions aqueuses à diverses concentrations.

Propriétés chimiques [1, 3, 5, 6].

La soude est une base forte. Les solutions aqueuses sont très alcalines et à forte concentration réagissent vivement avec les acides.

C'est un produit très hygroscopique qui fixe l'humidité de l'air, et, dans ce cas, absorbe également l'anhydride carbonique.

Avec les solutions étendues de soude, 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.

La soude est un produit très réactif qui peut réagir très vivement avec de nombreux composés : acétaldéhyde, acroléine, acrylonitrile, anhydride maléique...

Avec le 1,2-dichloréthylène et le trichloréthylène, il se forme respectivement du monochloracétylène et du dichloracétylène, produits qui peuvent exploser facilement.

En présence d'eau, la soude réagit avec les nitro-paraffines en donnant des sels; ces sels 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 de soude avec dégagement d'hydrogène.

• Récipients 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 50% de soude 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.

Certaines matières plastiques résistent bien à l'action des lessives caustiques aux températures normales.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air.

Lent barbotage de l'air à analyser dans une solution d'acide sulfurique N/50 et titrage acidimétrique par retour, en présence d'un indicateur coloré.

Cette méthode n'est pas spécifique de la soude caustique.

RISQUES

Risques d'incendie [7].

La soude et ses solutions aqueuses ne sont pas inflammables.

Pathologie - Toxicologie [8, 9].

Sous toutes ses formes, la soude caustique est un produit corrosif, susceptible de provoquer des lésions cutanées, oculaires, digestives et plus rarement pulmonaires.

Brûlures cutanées.

La soude peut provoquer des brûlures avec ulcérations souvent profondes. La gravité des lésions dépend de la concentration du produit, de sa température et de la durée de contact.

Le contact prolongé avec des solutions diluées entraîne fréquemment des dermatites eczématiformes.

Brûlures oculaires.

Elles peuvent atteindre la cornée ou la conjonctive. Les cicatrices qu'elles laissent entraînent souvent des séquelles compromettant la vision.

Brûlures digestives.

L'ingestion accidentelle de solutions de soude peut provoquer des brûlures des muqueuses digestives, avec stomatite, lésions gastriques et œsophagiennes, faisant redouter la menace de rétrécissement cicatriciel.

Lésions des voies respiratoires.

L'inhalation de soude sous forme de poussières ou d'aérosols peut provoquer des lésions plus ou moins graves des voies respiratoires supérieures et même du tissu pulmonaire réalisant à l'extrême des pneumonies sévères.

Aux États-Unis, la valeur limite de moyenne d'exposition à la soude dans l'air des locaux de travail a été fixée en 1982 par l'ACGIH à 2 mg/m³.

RÉGLEMENTATION

(mise à jour août 1982)

Hygiène et sécurité du travail.

1° Dispositions générales :

— Articles R. 232-12 à R. 232-14 du Code du travail.

2° 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.*).

3° Maladies de caractère professionnel :

— Article L. 500 du Code de la Sécurité sociale et décret du 3 août 1963 (*J.O.* du 23 août 1963) : déclaration médicale de ces affections.

4° Étiquetage.

a) De la soude caustique anhydre **pure** et en **solutions** aqueuses contenant 1 % ou plus de soude anhydre.

— Arrêté du 25 avril 1979 (*J.O.* du 26 juin 1979) et circulaire du 30 mai 1979 (*J.O.* du 26 juin 1979).

Cet arrêté prévoit des étiquettes comportant notamment :

- le symbole **Corrosif** pour la soude caustique anhydre et les solutions aqueuses, concentration > 5 % ;
- le symbole **Irritant** pour les solutions aqueuses, 1 % ≤ concentration ≤ 5 % ;
- l'énumération des risques particuliers et des conseils de prudence.

b) Des **préparations** (autres que les solutions aqueuses) contenant plus de 3 % de soude.

— Réglementation dite des « substances vénéneuses ». Code de la santé publique, 2^e partie (art. R. 5150 et R. 5167), tableau C.

5° Travaux interdits :

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

Protection du voisinage.

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux officiels, brochures n° 1 001 :

— n° 382, dépôts de lessives de soude caustique, le liquide renfermant plus de 20% en poids d'hydroxyde de sodium.

Protection de la population.

Réglementation dite « des substances vénéneuses », Code de la Santé publique, 2^e partie (art. R. 5150 et R. 5167), tableau C, (soude caustique, sauf les préparations en contenant au maximum 3 %).

— Détention dans des conditions déterminées.

— Étiquetage des préparations (voir ci-dessus 4° b).

Transport.

Pour le transport de ce produit, se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport intérieur :

— règlement pour le transport par **chemins de fer**, par **voies de terre** et par **voies de navigation intérieure** des matières dangereuses. Approuvé par arrêté ministériel du 15 avril 1945 modifié, Paris, Imprimerie Nationale ;

— règlement pour le transport et la manutention dans les **ports maritimes** des matières dangereuses. Approuvé par arrêté ministériel du 27 juin 1951 modifié, Paris, Imprimerie Nationale ;

— transport par **air** des matières dangereuses. Arrêté du 22 août 1957 modifié ;

— règlement pour le transport par **mer** des marchandises dangereuses, Paris, Imprimerie Nationale. Ce règlement s'inspire très largement du Code OMCI.

2° Transport international par voie ferrée :

— prescriptions de la Convention de Berne (R.I.D. édité par le bureau de vente des documents tarifaires de la S.N.C.F., Paris).

3° Transport international par route :

— prescriptions des annexes A et B de l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (A.D.R.). Édition de Genève.

RECOMMANDATIONS [1, 7, 10, 11]

En raison de leurs propriétés corrosives, des mesures de préventions sérieuses s'imposent lorsqu'on doit stocker ou manipuler la soude caustique et ses solutions aqueuses.

I. — Au point de vue technique.

• Stockage.

Il doit s'effectuer dans des locaux bien aérés à l'abri de l'humidité et des acides. Le sol de ces

locaux sera imperméable et formera cuvette étanche de retenue, afin qu'en cas de bris, les solutions ne puissent se répandre au-dehors.

Les récipients seront soigneusement fermés ; ils porteront en caractères apparents l'indication de leur contenu.

Une réserve de vêtement de protection (bottes, tabliers, gants, lunettes...) et un poste d'eau à débit abondant seront prévus à proximité des réservoirs, pour que le personnel puisse intervenir rapidement en cas d'accident.

Pour des conditions particulières de stockage, se reporter également aux textes réglementaires (chapitre « Réglementation »).

• Manipulation.

- Le personnel sera averti des risques présentés par la soude, en particulier de son pouvoir caustique.
- La soude humide ou mouillée étant glissante, les sols des locaux de travail seront maintenus en parfait état de propreté.
- On doit veiller à ce que les récipients appelés à contenir des solutions concentrées soient rigoureusement secs et exempts de tout produit à réaction acide.
- Pour les conduites exposées aux basses températures, des dispositions seront prises pour prévenir la cristallisation du produit. En outre, elles seront nettoyées périodiquement.
- La dissolution de la soude 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.
- Des vêtements de travail soigneusement fermés au col et aux poignets seront mis à la disposition du personnel ainsi que des gants à manchettes (par exemple en caoutchouc, en néoprène ou en chlorure de polyvinyle), des tabliers, des bottes en caoutchouc et des lunettes spéciales antiprojections.

- On ne procédera pas au nettoyage des cuves et réservoirs ayant contenu de la soude sans prendre les précautions d'usage [12, 13].
- Dans les ateliers où l'on manipule de la soude de façon constante, on prévoira l'installation de douches, fontaines oculaires...
- L'évacuation des eaux résiduaires dans un égout ou une rivière ne pourra s'effectuer que lorsque leur pH aura été ramené entre les limites 5,5 et 8,5.

II. — Au point de vue médical.

- En cas de projections ou contact avec l'épiderme, se débarrasser rapidement des vêtements souillés. Laver immédiatement à l'eau pendant au moins 15 minutes (à cet effet, des points d'eau à grand débit seront installés dans les locaux de travail).
- En cas de projections dans les yeux, écarter les paupières et laver abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes. Agir immédiatement.
- En cas d'inhalation de poussières ou d'aérosols, retirer la victime de l'atmosphère polluée; procéder, s'il y a lieu, aux manœuvres de réanimation. Maintenir le sujet au repos en attendant l'avis du médecin.
- En cas d'ingestion accidentelle, si la victime a toute sa conscience, faire boire de grandes quantités d'eau. Ne pas faire vomir mais, si un vomissement se produit donner de nouveau à boire. Ne pas faire de lavage d'estomac à moins que le médecin n'en décide autrement.
- Dans tous les cas, alerter un médecin d'urgence.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Soude caustique. — Paris, Solvay et Cie, brochure, 62 p.
- [2] Techniques de l'ingénieur. Constantes physico-chimiques.
- [3] PASCAL P. — Nouveau traité de chimie minérale, Paris, Masson, 1966, t. II, pp. 246-268.
- [4] WEAST R. — Handbook of chemistry and physics. — Cleveland (Ohio), The Chemical rubber Co., 1974-1975, 55^e éd.
- [5] Manual of hazardous chemical reactions. — Boston, National fire protection association, 1975.
- [6] KIRK-OTHMER. — Encyclopedia of chemical technology, New York, Londres, Wiley-Interscience, 1979, vol. 1, pp. 848-865.
- [7] Chemical safety data sheet SD-9. — Caustic soda, Washington, Manufacturing chemists' association, 1974.
- [8] DEROBERT L. — Intoxications et maladies professionnelles, Paris, Éditions médicales Flammarion, pp. 593-595.
- [9] Soude. — Fiche toxicologique A.C.M.S., Paris, Docis.
- [10] Data sheet D-373. — Caustic soda, Chicago, National safety council, 1949.
- [11] Méthode recommandée pour le vidage de liquides caustiques à partir de wagons-citernes. — Manual sheet TC-3, Washington, Manufacturing chemists' association, 1968, trad. I.N.R.S. 218 B-70.
- [12] Travaux dans les cuves et réservoirs. — Recommandation n° 119, note n° 988-81-75, Cahiers de notes documentaires, n° 81.
- [13] Interventions sur et dans les cuves, réservoirs et volumes creux similaires. — Recommandation n° 160, note n° 1205-96-79, Cahiers de notes documentaires, n° 96.

ACIDE CHLORHYDRIQUE**et solutions aqueuses****CARACTÉRISTIQUES - IDENTIFICATION****Numéro C.A.S.**

Chemical Abstracts Service Registry n° 7647-01-0.

Synonymes.

Acide muriatique, esprit de sel.

Utilisation.

- Fabrication d'engrais.
- Industrie métallurgique, en particulier, désétamage, décapage ou détartrage des métaux.
- Industries pharmaceutique, photographique et alimentaire.
- Industrie des matières plastiques et des matières colorantes.
- Industrie des colles et gélatines.
- Agent d'hydrolyse, catalyseur de réaction et réactif analytique.
- Préparation des chlorures et sels métalliques divers...

**Propriétés physiques
du chlorure d'hydrogène [1, 2, 3, 4].**

Le chlorure d'hydrogène ou gaz chlorhydrique (masse molaire : 36,5) est un gaz incolore, suffocant, à saveur acide,

un peu plus lourd que l'air (densité par rapport à l'air : 1,27). Il se liquéfie sous la pression atmosphérique aux environs de $-83\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un liquide incolore et se solidifie vers $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$, en une masse cristalline blanche. A l'état solide, liquide ou gazeux, il donne à l'air humide un brouillard épais et acide.

Température critique : $51,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.**Pression critique :** 83 bars.**Densité critique :** 0,61 g/ml.**Tensions de vapeur :**

| | | |
|------------|---|---------------------------------|
| 64,37 bars | à | $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 40,76 bars | à | $19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 25,68 bars | à | $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 12,62 bars | à | $-24,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 758 mbar | à | $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 399 mbar | à | $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 302 mbar | à | $-104\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 225 mbar | à | $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$ |

Le gaz chlorhydrique est soluble dans un certain nombre de solvants organiques et minéraux, notamment : acide acétique, éther éthylique, acétone, chloroforme, alcools méthylique et éthylique... Il est très soluble dans l'eau qui en dissout 500 fois son volume à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cette dissolution s'accompagne d'un très grand dégagement de chaleur.

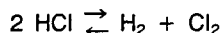
Le chlorure d'hydrogène est habituellement utilisé sous forme de solutions aqueuses à diverses concentrations.

Propriétés chimiques [1, 5, 6, 7, 8].**Chlorure d'hydrogène.**

Le chlorure d'hydrogène est un composé très stable qui ne

| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
|------------------|-------------------------|---|--------------|
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 7/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX <u>DOMINANTE</u> : Traitement des Eaux | |

se dissocie qu'à température élevée en donnant de l'hydrogène et du chlore :



L'oxygène et le fluor décomposent l'acide chlorhydrique en libérant du chlore. L'oxygène n'agit qu'au rouge, le fluor avec inflammation. La réaction peut être explosive.

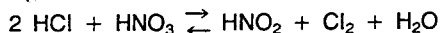
Le gaz chlorhydrique sec n'attaque pas les métaux usuels. En présence d'humidité, l'acide chlorhydrique formé est corrosif pour de nombreux métaux avec dégagement d'hydrogène.

L'eau oxygénée anhydre est décomposée par le gaz chlorhydrique. Il se produit un dégagement de chlore.

Solutions aqueuses chlorhydriques.

Elles sont stables ; cependant, la mise en liberté de chlore peut être décelée dans certaines conditions, à la lumière et en présence de divers catalyseurs.

L'acide chlorhydrique est oxydé par l'acide nitrique suivant la réaction :



Les métaux, à l'exception de l'argent, de l'or, du platine, du tantale et de certains alliages sont attaqués par les solutions aqueuses d'acide chlorhydrique avec formation d'hydrogène. Cette dissolution s'accompagne souvent d'un grand dégagement de chaleur.

Parmi les alliages qui résistent à la corrosion, l'un des meilleurs est à base de nickel avec molybdène (30 %), chrome (15 %), ferrovandium (0,5 %). Les aciers silicium (5,5 %), cuivre (6 %), chrome (1 à 10 %) sont aussi très résistants.

L'acide chlorhydrique réagit sur de nombreux oxydes métalliques avec formation de chlorures. Avec les peroxydes,

permanganates, chromates, persulfates, il y a dégagement de chlore.

Les carbonates et certains sulfures sont décomposés et donnent de l'anhydride carbonique et de l'hydrogène sulfuré.

Les carbures de césium et de rubidium s'enflamment au contact de l'acide chlorhydrique concentré.

Le carbure de calcium et le siliciure de lithium réagissent avec incandescence.

Enfin, l'acide chlorhydrique concentré réagit violemment avec les bases fortes anhydres ou en solution concentrée.

• Récipients de stockage.

A cause de sa grande réactivité vis-à-vis des métaux, l'acide chlorhydrique est un des acides les plus difficiles à stocker. Suivant les concentrations et les quantités, le stockage peut s'effectuer dans des récipients en acier ébônité ou caoutchouté, ou en certains alliages et matières plastiques résistants. 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 [9, 10, 11, 12].

- Appareil DRAEGER : tubes réactifs acide chlorhydrique 1/a et 50/a.
- Dosage de chlorures par néphélométrie ou volumétrie : titrage au nitrate mercurique en présence de diphénylcarbazone et de bleu de bromophénol.
- Méthodes colorimétriques à l'iodate d'argent et au thiocyanate de mercure.
- Méthode potentiométrique avec électrode spécifique.
- Méthode par chromatographie d'ions.

RISQUES

Risques d'incendie.

Le gaz chlorhydrique est un composé ininflammable et inexposable. Toutefois, du fait de son action corrosive sur de nombreux métaux, action qui s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène, il peut être la source d'incendies et d'explosions.

L'hydrogène, en effet, est un gaz très inflammable et explosible avec l'air (limites d'explosivité variant entre 4 et 75 % en volume).

Pathologie - Toxicologie

[7, 13, 14, 15, 16, 17].

L'acide chlorhydrique exerce sur la peau et les muqueuses une action corrosive dont l'intensité varie avec la concentration.

Action des vapeurs.

Les vapeurs d'acide chlorhydrique peuvent provoquer une irritation respiratoire et conjonctivale : pharyngites, laryngites, bronchites parfois hémoptoïques, blépharo-conjonctivites. On

a signalé des nécroses de la muqueuse trachéale et des cas de perforation de la cloison nasale ; à forte concentration, il existe un risque d'œdème aigu du poumon.

Action des solutions.

Les solutions concentrées d'acide chlorhydrique peuvent provoquer des brûlures sévères avec escarres douloureuses. Les projections oculaires sont particulièrement redoutables : lésions cornéennes graves, cicatrices palpébrales avec adhérence.

Les solutions plus diluées sont susceptibles d'entraîner des dermatites par contact répété et des blépharo-conjonctivites.

L'ingestion accidentelle de solutions concentrées est d'une extrême gravité : brûlures très douloureuses des muqueuses de la bouche, de l'œsophage et de l'estomac, vomissements hémorragiques, altération rapide de l'état général. Lorsque l'évolution est favorable, il subsiste un risque de cicatrice sténosante.

En France, le ministère du Travail a fixé pour l'acide chlorhydrique la valeur limite d'exposition (VLE) indicative qui peut être admise dans l'air des locaux de travail. Cette valeur correspond à une concentration de 5 p.p.m., soit 7,5 mg/m³.

RÉGLEMENTATION

(mise à jour août 1982)

Hygiène et sécurité du travail.

1° Dispositions générales :

— Articles R. 232-12 à R. 232-14 du Code du travail.

2° 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.).

3° Maladies de caractère professionnel :

— Article L. 500 du Code de la Sécurité sociale et décret du 3 août 1963 (J.O. du 23 août 1963) : déclaration médicale de ces affections.

4° Étiquetage.

a) De la soude caustique anhydre **pure** et en **solutions** aqueuses contenant 1 % ou plus de soude anhydre.

— Arrêté du 25 avril 1979 (J.O. du 26 juin 1979) et circulaire du 30 mai 1979 (J.O. du 26 juin 1979).

Cet arrêté prévoit des étiquettes comportant notamment :

- le symbole **Corrosif** pour la soude caustique anhydre et les solutions aqueuses, concentration > 5 % ;
- le symbole **Irritant** pour les solutions aqueuses, 1 % ≤ concentration ≤ 5 % ;
- l'énumération des risques particuliers et des conseils de prudence.

b) Des **préparations** (autres que les solutions aqueuses) contenant plus de 3 % de soude.

— Réglementation dite des « substances vénéneuses ». Code de la santé publique, 2^e partie (art. R. 5150 et R. 5167), tableau C.

5° Travaux interdits :

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

Protection du voisinage.

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux officiels, brochures n° 1 001 :

— n° 382, dépôts de lessives de soude caustique, le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium.

Protection de la population.

Réglementation dite « des substances vénéneuses », Code de la Santé publique, 2^e partie (art. R. 5150 et R. 5167), tableau C, (soude caustique, sauf les préparations en contenant au maximum 3 %).

- Détention dans des conditions déterminées.
- Étiquetage des préparations (voir ci-dessus 4° b).

Transport.

Pour le transport de ce produit, se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport intérieur :

— règlement pour le transport par **chemins de fer**, par **voies de terre** et par **voies de navigation intérieure** des matières dangereuses. Approuvé par arrêté ministériel du 15 avril 1945 modifié, Paris, Imprimerie Nationale ;

— règlement pour le transport et la manutention dans les **ports maritimes** des matières dangereuses. Approuvé par arrêté ministériel du 27 juin 1951 modifié, Paris, Imprimerie Nationale ;

— transport par **air** des matières dangereuses. Arrêté du 22 août 1957 modifié ;

— règlement pour le transport par **mer** des marchandises dangereuses, Paris, Imprimerie Nationale. Ce règlement s'inspire très largement du Code OMCI.

2° Transport international par voie ferrée :

— prescriptions de la Convention de Berne (R.I.D. édité par le bureau de vente des documents tarifaires de la S.N.C.F., Paris).

3° Transport international par route :

— prescriptions des annexes A et B de l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (A.D.R.). Édition de Genève.

RECOMMANDATIONS [1, 7, 10, 11]

En raison de leurs propriétés corrosives, des mesures de préventions sérieuses s'imposent lorsqu'on doit stocker ou manipuler la soude caustique et ses solutions aqueuses.

I. — Au point de vue technique.

• Stockage.

Il doit s'effectuer dans des locaux bien aérés à l'abri de l'humidité et des acides. Le sol de ces

locaux sera imperméable et formera cuvette étanche de retenue, afin qu'en cas de bris, les solutions ne puissent se répandre au-dehors.

Les récipients seront soigneusement fermés; ils porteront en caractères apparents l'indication de leur contenu.

Une réserve de vêtement de protection (bottes, tabliers, gants, lunettes...) et un poste d'eau à débit abondant seront prévus à proximité des réservoirs, pour que le personnel puisse intervenir rapidement en cas d'accident.

Pour des conditions particulières de stockage, se reporter également aux textes réglementaires (chapitre « Réglementation »).

• Manipulation.

- Le personnel sera averti des risques présentés par la soude, en particulier de son pouvoir caustique.
- La soude humide ou mouillée étant glissante, les sols des locaux de travail seront maintenus en parfait état de propreté.
- On doit veiller à ce que les récipients appelés à contenir des solutions concentrées soient rigoureusement secs et exempts de tout produit à réaction acide.
- Pour les conduites exposées aux basses températures, des dispositions seront prises pour prévenir la cristallisation du produit. En outre, elles seront nettoyées périodiquement.
- La dissolution de la soude 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.
- Des vêtements de travail soigneusement fermés au col et aux poignets seront mis à la disposition du personnel ainsi que des gants à manchettes (par exemple en caoutchouc, en néoprène ou en chlorure de polyvinyle), des tabliers, des bottes en caoutchouc et des lunettes spéciales antiprojections.

- On ne procédera pas au nettoyage des cuves et réservoirs ayant contenu de la soude sans prendre les précautions d'usage [12, 13].
- Dans les ateliers où l'on manipule de la soude de façon constante, on prévoira l'installation de douches, fontaines oculaires...
- L'évacuation des eaux résiduaires dans un égout ou une rivière ne pourra s'effectuer que lorsque leur pH aura été ramené entre les limites 5,5 et 8,5.

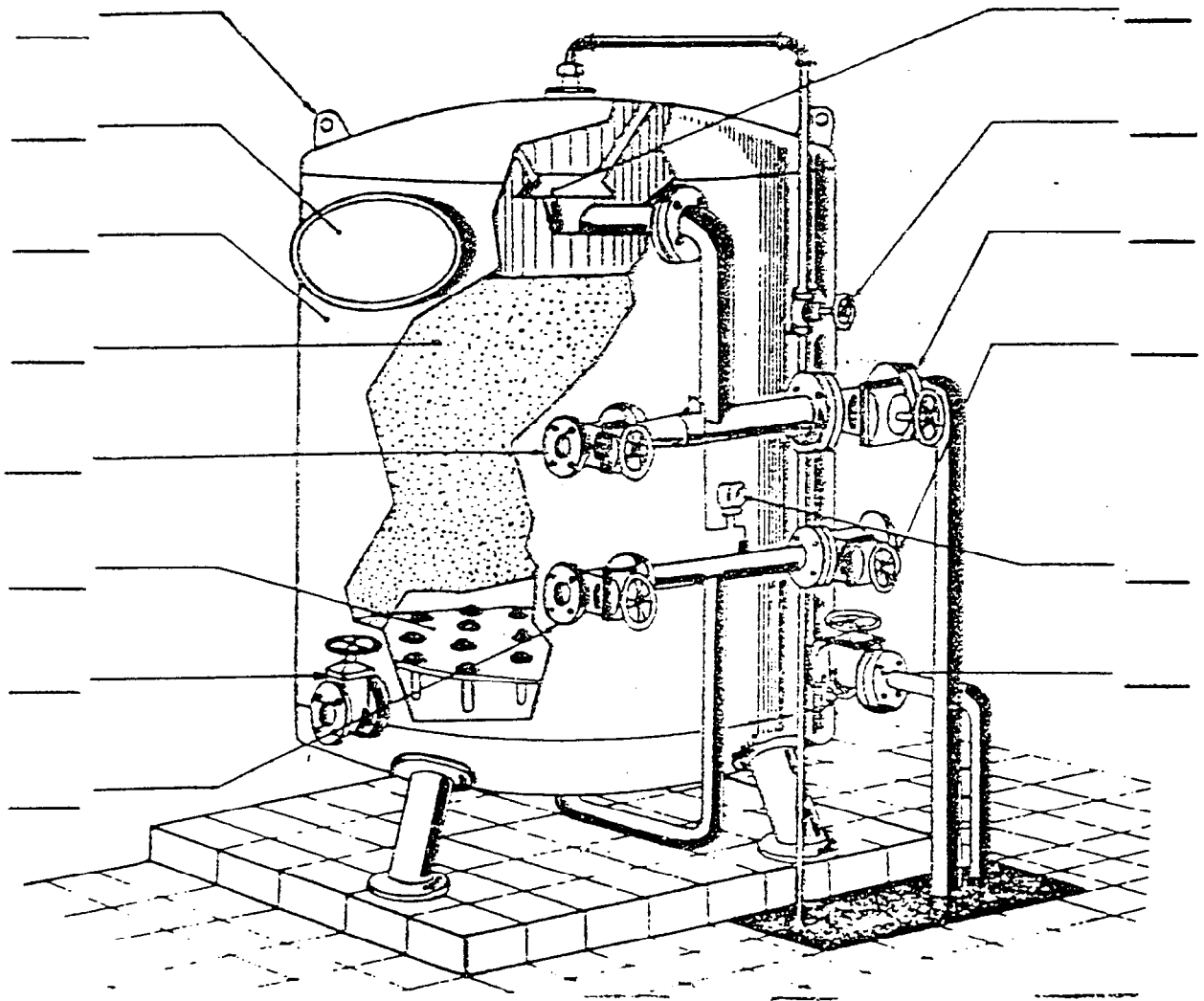
II. — Au point de vue médical.

- En cas de projections ou contact avec l'épiderme, se débarrasser rapidement des vêtements souillés. Laver immédiatement à l'eau pendant au moins 15 minutes (à cet effet, des points d'eau à grand débit seront installés dans les locaux de travail).
- En cas de projections dans les yeux, écarter les paupières et laver abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes. Agir immédiatement.
- En cas d'inhalation de poussières ou d'aérosols, retirer la victime de l'atmosphère polluée; procéder, s'il y a lieu, aux manœuvres de réanimation. Maintenir le sujet au repos en attendant l'avis du médecin.
- En cas d'ingestion accidentelle, si la victime a toute sa conscience, faire boire de grandes quantités d'eau. Ne pas faire vomir mais, si un vomissement se produit donner de nouveau à boire. Ne pas faire de lavage d'estomac à moins que le médecin n'en décide autrement.
- Dans tous les cas, alerter un médecin d'urgence.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Soude caustique. — Paris, Solvay et Cie, brochure, 62 p.
- [2] Techniques de l'ingénieur. Constantes physico-chimiques.
- [3] PASCAL P. — Nouveau traité de chimie minérale, Paris, Masson, 1966, t. II, pp. 246-268.
- [4] WEAST R. — Handbook of chemistry and physics. — Cleveland (Ohio), The Chemical rubber Co., 1974-1975, 55^e éd.
- [5] Manual of hazardous chemical reactions. — Boston, National fire protection association, 1975.
- [6] KIRK-OTHMER. — Encyclopedia of chemical technology, New York, Londres, Wiley-Interscience, 1979, vol. 1, pp. 848-865.
- [7] Chemical safety data sheet SD-9. — Caustic soda. Washington, Manufacturing chemists' association, 1974.
- [8] DEROBERT L. — Intoxications et maladies professionnelles, Paris, Éditions médicales Flammarion, pp. 593-595.
- [9] Soude. — Fiche toxicologique A.C.M.S., Paris, Docis.
- [10] Data sheet D-373. — Caustic soda, Chicago, National safety council, 1949.
- [11] Méthode recommandée pour le vidage de liquides caustiques à partir de wagons-citernes. — Manual sheet TC-3, Washington, Manufacturing chemists' association, 1968, trad. I.N.R.S. 218 B-70.
- [12] Travaux dans les cuves et réservoirs. — Recommandation n° 119, note n° 988-81-75, Cahiers de notes documentaires, n° 81.
- [13] Interventions sur et dans les cuves, réservoirs et volumes creux similaires. — Recommandation n° 160, note n° 1205-96-79, Cahiers de notes documentaires, n° 96.

FILTRE A SABLE

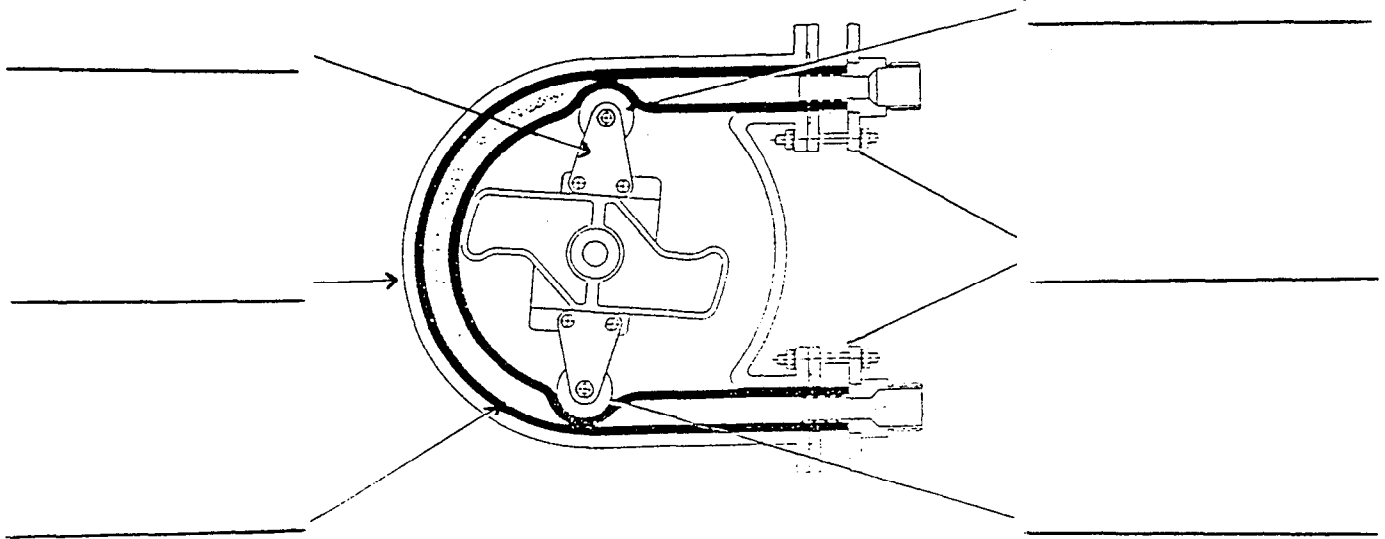


| | | | |
|---|-------------------------|---|-------------------------|
| A | Corps du filtre | H | Sortie d'eau de lavage |
| B | Masse filtrante | I | Entrée d'air de lavage |
| C | Plancher avec buselures | J | Purge d'air |
| D | Vasque d'alimentation | K | Vidange et purge d'air |
| E | Entrée d'eau brute | L | Trou d'homme |
| F | Sortie d'eau filtrée | M | Anneau de levage |
| G | Entrée d'eau de lavage | N | Indicateur de colmatage |

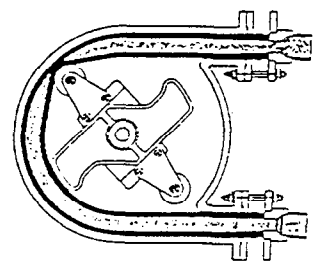
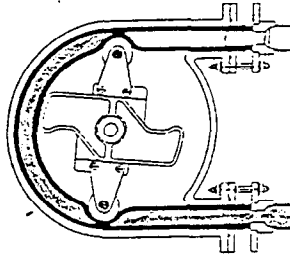
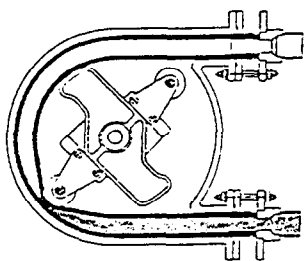
| | | | |
|------------------|-------------------------|--|---------------------|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 8/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX DOMINANTE: Traitement des Eaux | |

POMPE DELASCO

Schéma à légènder



Fonctionnement : Indiquer le nom de chaque ètape.



| | | | |
|------------------|-------------------------|--|---------------------|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 9/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX DOMINANTE: Traitement des Eaux | |

EXTRAIT DE NORMES DE REJETS

Complément de la législation française des rejets des effluents industriels dans le cas particulier des industries de traitements de surface (extrait de décret du 8 Novembre 1985).

Rejet de métaux :

| Nature chimique | Seuil à ne pas dépasser en mg/l | Nature chimique | Seuil à ne pas dépasser en mg/l |
|-------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Cr ^{VI} | 0,1 | Zn | 5 |
| Cr ^{III} | 3,0 | Fe | 5 |
| Cd | 0,2 | Al | 5 |
| Ni | 5 | Pb | 1 |
| Cu | 2 | Sn | 2 |

La concentration totale pour ces 10 métaux ne doit pas dépasser 15 mg/l.

Autres polluants :

| Nature chimique | Seuil à ne pas dépasser en mg/l | Nature chimique | Seuil à ne pas dépasser en mg/l |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| MES | 30 | P | 10 |
| CN ⁻ | 0,1 | DCO | 150 |
| F | 15 | Hydrocarbures totaux | 5 |
| NO ₂ ⁻ | 1 | | |

| | | | |
|------------------|-------------------------|--|--------------|
| Académie de CAEN | | BEP / CAP | SESSION 2000 |
| Durée : 3 heures | 1 ^{ère} partie | EP1 : Analyse, organisation et communications technologiques | |
| SUJET | Feuille : 10/10 | INDUSTRIES CHIMIQUES et TRAITEMENT des EAUX <u>DOMINANTE</u> : Traitement des Eaux | |