

ASSISTANCE TECHNIQUE DE LA FAO



Convention FAO/UTF/MOR019/MOR

PROJET DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU :

**Elaboration des dossiers techniques relatifs aux valeurs limites
des rejets industriels dans le Domaine Public Hydraulique**

Entre

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)

Et

la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau (DRPE)

MAROC

**Elaboration des fiches techniques des valeurs Limites des
Rejets industriels :**

Fiche sur l'Industrie du Chlore et Soude

Préparée par :

Brahim Soudi - Consultant national

Dimtri Xanthoulis - Consultant international

Période de mission : du 27 Avril au 15 Août 2006

**Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)
Rome, 2006**

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1. Introduction | 3 |
| 2. Procédés de fabrication | 3 |
| 4. Rejets liquides | 6 |
| 4.1. Nature et origine | 6 |
| 4.2. Débit..... | 6 |
| 4.3. Composition de rejets | 7 |
| 6. Evaluation de la charge polluante | 8 |
| 7. Ratios de pollution..... | 8 |
| 7.1. Ratios marocains..... | 8 |
| 7.2. Ratios internationaux | 8 |
| 8. Technologies d'épuration et performances épuratoires..... | 10 |
| 8.1. Technologies de traitement et rendements épuratoires..... | 10 |
| 8.2. Rendements épuratoires | 10 |
| 9. Projets de valeurs limites de rejet (VLR)..... | 10 |
| 9.1. VLR calculées sur base des données d'analyses, des technologies disponibles et des rendements moyens épuratoires | 10 |
| 9.2. Références internationales des VLR..... | 11 |
| 9.3 Synthèse : VLR proposées | 12 |
| 10. Technologies propres..... | 12 |
| Références bibliographiques | 14 |

Elaboration des projets de valeurs limites de rejets

Industrie de Chlore et Soude^{\$}

1. Introduction

L'industrie du chlore et de la soude est l'industrie qui produit du chlore (Cl_2) et de la soude caustique, c'est-à-dire de l'hydroxyde de sodium (NaOH). On parle parfois d'industrie de Soude et d'Alcalins (Alkali) lorsque on produit le NaOH et le KOH . Ces produits sont dans la majorité des cas utilisés dans l'industrie de fabrication des plastiques notamment de PVC et de polyuréthanes.

Cette industrie produit plusieurs types de produits : la soude, l'acide chlorhydrique, l'hypochlorite de soude, le phosphate bicalcique, le chlorure de chaux etc.

2. Procédés de fabrication

Fabrication de la Soude et du Cl_2

Trois procédés de base sont adoptés pour la fabrication du Chlore et de la Soude caustique :

- L'électrolyse à mercure ;
- L'électrolyse à diaphragme ; et
- L'électrolyse à membrane.

Les procédés d'électrolyse à diaphragme (cellule de Griesheim, 1885) et d'électrolyse à mercure (cellule de Castner-Kellner, 1892) ont été introduits à la fin du 19^e siècle. La technique de la cellule à membrane a été mise au point beaucoup récemment (1970).

Matières premières :

Les deux matières de base sont l'eau et les sels.

Additifs :

- Les acides et précipitants chimiques utilisés pour éliminer les impuretés de la saumure de départ ou du mélange chlore/soude caustique obtenu
- Les agents de refroidissement (CFC, HCFC, HFC, ammoniac, etc.) servant à liquéfier et à purifier le chlore produit sous forme gazeuse.

La fabrication de l'acide chlorhydrique consiste en une adsorption (condensation) du gaz acide chlorhydrique dans l'eau. Ce gaz peut être obtenus par plusieurs procédés :

- procédé au sulfate de calcium,
- procédé au gaz de calcination (méthode Hargreaves),
- procédé de synthèse,
- sous-produit de la chloration de substances organiques.

^{\$} : Cette fiche peut être jugée complète

Le schéma général du procédé d'électrolyse à mercure est illustré par la figure 1.

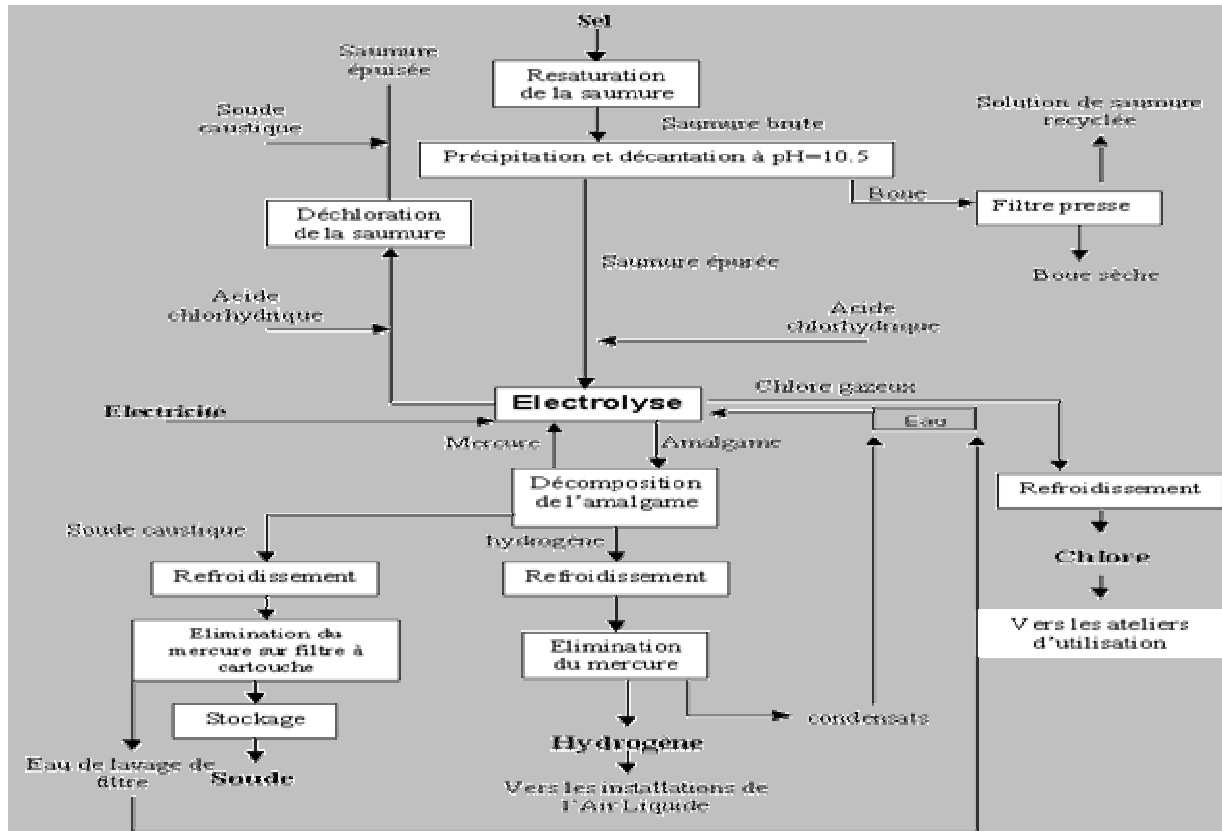
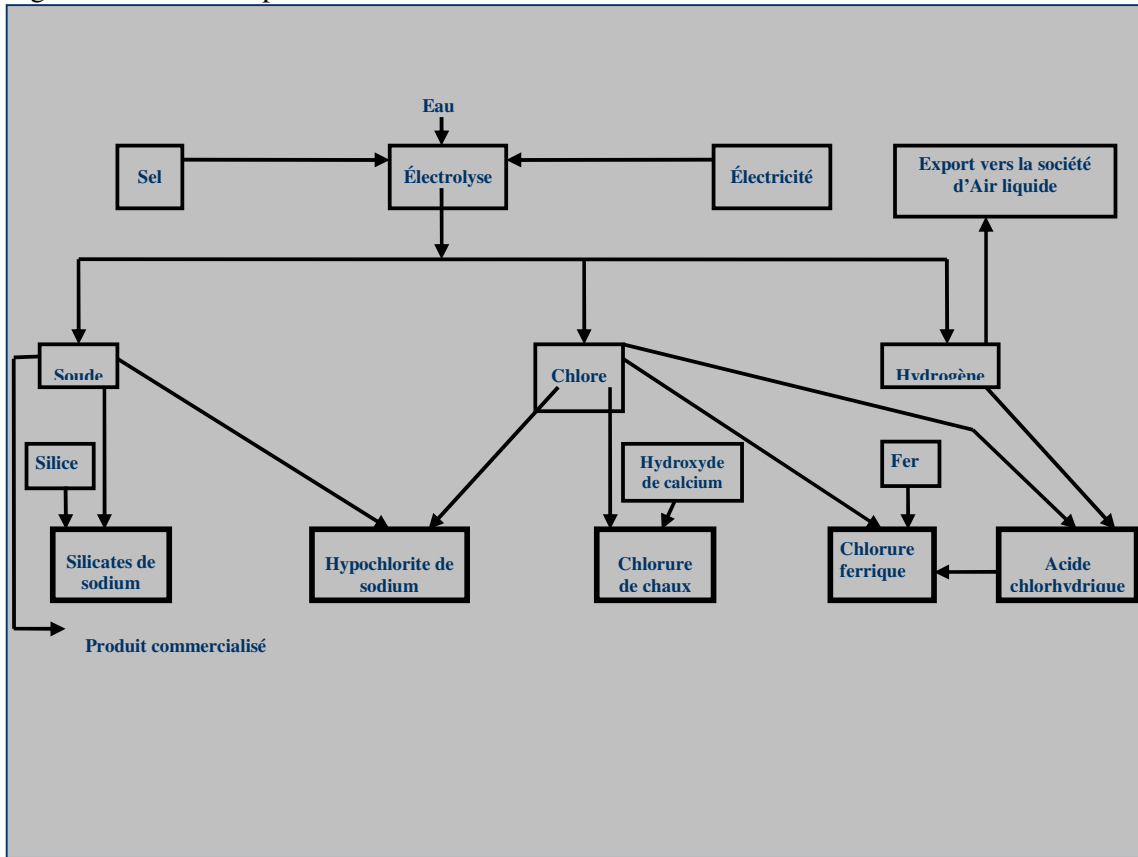


Figure 1. Schéma de principe pour l'électrolyse à mercure (D'après l'Unité Coelma et ABHL)

L'organigramme de production de l'Unité Coelma située dans le bassin de Loukkos est illustré par la figure 2.

Figure 2. Procédé de production de l'unité Coelma située dans l'ABHL.



3. Consommation d'eau

La consommation d'eau dans l'unité Coelma est évaluée à environ 49 645 m³/an soit une moyenne journalière de 138 m³/j. L'évaluation par comptage ramène cette consommation à 191 m³/j seulement.

En plus de la consommation par le personnel, cette consommation est globalement répartie comme suit :

- Eau de lavage et de nettoyage : 23.2 m³/an
- Eau entrant dans la composition des produits : 26 725 m³/an
- Eau évaporée lors de la saturation de la saumure : 173 m³/an
- Eau consommé par l'évaporation dans les tours de réfrigération : 21 693 m³/an

En plus de ses efforts en matière d'amélioration du traitement de l'effluent mercurique, cette unité projette de mettre en place des dispositifs de minimisation de rejets et pour l'économie d'eau.

4. Rejets liquides

4.1. Nature et origine

Si certains inputs et outputs polluants sont communs à tous les procédés, d'autres dépendent de la technique d'hydrolyse utilisée et de la pureté de sels.

Les principaux extrants polluants communs aux trois procédés électrolytiques sont les déversements d'agents oxydants non liés dans l'eau, les acides usés, les agents et l'eau de refroidissement et les impuretés retirées du sel ou de la saumure de départ.

La pollution la plus préoccupante générée par l'industrie du chlore et de la soude est la pollution par le mercure mais qui demeure spécifique à l'électrolyse à mercure. Rappelons que ce procédé est en cours de séparation.

Les rejets de ce type d'industrie contiennent communément la saumure (matière première), éluas de régénération des résines échangeuses d'ions et des résidus de produits fabriqués.

L'eau résiduaire est produite en quantités appréciables non pas par le procédé de fabrication proprement dit mais par les processus physiques d'évaporation – refroidissement, de condensation et d'injection.

Dans le cas des cellules à mercure, lors de la circulation de la saumure, son contact avec les électrodes de mercure, la charge d'environ 3 à 5 mg de Hg/l. Le traitement de cette saumure par précipitation génère de la boue qui renferme 8 à 15 g Hg par kg de matière sèche.

Le principal problème posé par la technique de l'électrolyse à diaphragme est celui de l'amiante.

La technique de l'électrolyse à membrane présente des avantages écologiques intrinsèques par rapport aux deux procédés plus anciens, puisqu'elle n'utilise ni mercure ni amiante et qu'elle a le meilleur rendement énergétique.

4.2. Débit

D'après les analyses rapportées par l'ABHL, Le débit d'une unité industrielle située dans le bassin de Loukkos est de 135.648 m³/j soit environ 48833.28 m³/an sur une durée total de fonctionnement de 360 jours. En terme de débit spécifique rapporté au tonnage de la matière produite, Jaouhar (2005) a rapporté un débit de 5.43 m³/tonne.

4.3. Composition de rejets

La composition des rejets de la même unité industrielle située dans le bassin de Loukkos est rapportée dans le tableau 1 (la base de données rapportant les analyses sur cette industrie a été communiquée par la DRPE et par l'ABHL). Les analyses ont été effectuées sur un échantillon moyen de 24 heures en 2000. Rappelons que cette unité est spécialisée dans la formulation et de conditionnement des substances chimiques (Chlore, Soude caustique, Hydro chlorite sodique, acide chlorhydrique, chlorure ferrique, chlorure de chaux. Il est donc important de constater que l'activité déborde sur d'autres produits en plus de Cl₂ et NaOH.

Tableau 1. Composition de rejets d'une unité industrielle dans le bassin de Loukkos spécialisée dans la formulation et le conditionnement des produits à base de chlore et de soude selon les données communiquées par la DRPE et l'ABHL (Analyses de 2000 et 2005)

| Paramètre | Valeur (analyses en 2000) | Valeur (analyses en 2005) |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| T°c | 25.8 | 20.5 |
| pH | 7.94 | |
| CE (µS/cm) | 3 920 | 44 869 |
| Paramètres exprimés en mg/l | | |
| DCO | 7.68 | - |
| DBO ₅ | 0.45 | < 0.38 |
| MES | 28.6 | 24.8 |
| Pt | 1.55 | 0.316 |
| NTK | 0.50 | 1.14 |
| SO ₄ | 152 | 972 |
| Chlore | - | 21 127 |
| Fluor | - | 2.43 |
| Sulfures | - | < 0.2 |
| Phénols | 0.025 | < 0.025 |
| Pb | 0.0048 | 0.0082 |
| Cd | 0.0028 | 0.0004 |
| Ni | 0.023 | 0.0016 |
| Cu | 0.055 | 0.034 |
| Zn | 0.17 | 0.11 |
| Fe | - | 0.295 |
| Al | - | 1.575 |
| Hg | 0.14 | 1.5 |
| Cr | 0.017 | 0.015 |

Si on compare ces deux analyses, on constate que le paramètre cuivre a été sous estimé en 2000 sachant que le procédé se base sur la cellule à mercure. La conductivité électrique, qui renseigne sur la concentration totale en sels, a été aussi sous estimée. D'ailleurs les valeurs élevées des concentrations en sulfates et en chlore e confirment. Les autres paramètres demeurent relativement comparables.

Selon les directives internationales rapportées notamment par « Pakiston Environmenatl Protection Act » et « National Environmental Quality Standards » en 2001, les paramètres de pollution qui doivent être pris en considérations dans l'industrie du chlore et de soude sont rapportés ci-après :

Cas de la cellule à mercure : Débit, température, pH, MES, Chlore, Mercure, Chlorures

Cas de la cellule à diaphragme : Débit, température, pH, MES, Chlore et chlorures

6. Evaluation de la charge polluante

Les valeurs de charge polluante calculée sur la base des données de débit et de la composition des rejets (Tableau 1) sont rapportées dans le tableau 2.

Tableau 2. Charge polluante déversée par l'unité industrielle mentionnée ci-dessus (bassin de Loukkos)

| Paramètre | Charge polluante en kg/an |
|------------------|---------------------------|
| DCO | 376.3 |
| DBO ₅ | 22.05 |
| MES | 1227.3 |
| Pt | 49.0 |
| NTK | 39.2 |
| SO ₄ | 47 826 |
| Phénols | 1.225 |
| Pb | 0.24 |
| Cd | 0.14 |
| Ni | 1.127 |
| Cu | 2.695 |
| Zn | 8.33 |
| Hg | 73.5 |
| Cr | 0.833 |

7. Ratios de pollution

7.1. Ratios marocains

Les ratios de pollution calculés sur la base des données d'analyses effectuées par l'ABHL en 2003 sont rapportés dans le tableau 3.

Tableau 3. Ratios de pollution d'une unité industrielle dans le bassin de Loukkos (ABHL, 2003).

| Paramètre | Rejet (m ³ /t) | DBO (Kg/t) | DCO (Kg/t) | MES (Kg/t) | Pt (Kg/t) | NTK (Kg/t) | SO ₄ (Kg/t) | Cu (Kg/t) | Hg (Kg/t) |
|-----------|---------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------------------|-----------|-----------|
| Ratio | 0.2 | 0.00005 | 0.002 | 0.003 | 0.00001 | 0.00002 | 0.027 | 0.05 | 0.03 |

7.2. Ratios internationaux

En Europe, le ratio de pollution du mercure est de 0,2 et 3,0 g Hg/tonne de capacité de production de chlore suivant les usines (Rapport d'échange d'information sur la directive 96/61/CE du Conseil).

Lorsqu'on compare les ratios de l'unité industrielle de Loukkos (Cf. tableau 3) relatifs aux paramètres MES et Hg avec les valeurs maximales citées dans une publication de CTEM (1999) et qui sont rapportées dans le tableau 4, on constate que les valeurs de MES sont nettement inférieures aux valeurs maximales autorisées selon CTEM alors que les ratios de pollution spécifique par le mercure demeurent plus élevés.

Tableau 4. Standards d'émission de mercure (en Kg Hg/tonne de chlore produit) pour les procédés Cellule à mercure et Cellule à diaphragme (CTEM, publication, 1999).

| Procédé/Paramètres | Valeur maximale en terme de ratio (en Kg/tonne de Chlore) | |
|-----------------------------|---|---------------------|
| | Moyenne de 24 heures | Moyenne de 30 jours |
| Cellule à mercure | | |
| MES | 0.64 | 0.32 |
| Mercure | 0.00023 | 0.00010 |
| Chlore résiduel | 0.0032 | 0.0019 |
| Cellule à diaphragme | | |
| MES | 1.1 | 0.51 |
| Plomb | 0.0047 | 0.0019 |
| Chlore résiduel | 0.013 | 0.0079 |

D'autres ratios cités au niveau international sont rapportés dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 5. Valeurs maximales de ratios de pollution (Banque mondiale citées par CTEM, 1999)

| Procédé/Paramètres | Valeur maximale en terme de ratio (en Kg/tonne de Chlore) | |
|-----------------------------|---|---------------------|
| | Moyenne de 24 heures | Moyenne de 30 jours |
| Cellule à diaphragme | | |
| MES | 1.1 | 0.51 |
| Plomb | 0.012 | 0.0049 |
| Ni | 0.0047 | 0.0019 |
| Cu | 0.0097 | 0.0037 |
| Chlore résiduel | 0.013 | 0.0079 |

Tableau 6. Valeurs maximales de ratios de pollution (USA, citées par CTEM, 1999)

| Procédé/Paramètres | Valeur maximale en terme de ratio (en Kg/tonne de Chlore) | |
|-----------------------------|---|---------------------|
| | Moyenne de 24 heures | Moyenne de 30 jours |
| Cellule à mercure | | |
| Hg | 0.00023 | 0.00010 |
| Chlore résiduel | | |
| Cellule à diaphragme | | |
| Cu | 0.012 | 0.0049 |
| Pb | 0.0059 | 0.0024 |
| Ni | 0.0097 | 0.0037 |
| Chlore résiduel | 0.013 | 0.0079 |

8. Technologies d'épuration et performances épuratoires

8.1. Technologies de traitement et rendements épuratoires

Selon CTEM (1999), plusieurs options sont possibles et peuvent être combinées selon el besoin :

- Traitement du mercure par échange ionique
- Adsorption sur charbon actif
- Précipitation du mercure avec l'hydrazine
- Réduction du mercure par le borhydride, les sulfites, l'hydrosulfite et le fer suivie par une filtration et adsorption sur charbon actif
- Stabilisation des métaux sous forme solide récupérable

Le traitement de charbon actif permet aussi de traiter le DCO et la DBO.

La sédimentation permet d'éliminer les métaux lourds.

Le charbon usé ou la résine échangeuse d'ion périmée sont incinérés.

8.2. Rendements épuratoires

En général, ces types de traitement offrent, selon la banque mondiale (1998) et EPA (2003) les rendements épuratoires suivants :

- Métaux lourds allant de 70 à 99 %.
- DCO : 74 à 81 %
- DBO : 90 %
- MES : 90 %
- Chlorures et sulfites : 70 %

9. Projets de valeurs limites de rejet (VLR)

9.1. VLR calculées sur base des données d'analyses, des technologies disponibles et des rendements moyens épuratoires

Les valeurs de paramètres de pollution sont ceux de l'unité industrielle de Loukkos (Cf. tableau 1). Les VLR calculées sur la base de ces paramètres sont rapportées dans le tableau 7.

Conformément aux recommandations internationales, les paramètres de pollution retenus pour ce type d'industrie sont les suivants :

Paramètres prioritaires dans les effluents liquides (cas de cellules à Hg et à Diaphragme)

- Température
- pH
- MES
- Cl
- Chlorures
- Mercure (Hg)

On ajoute aussi dans plusieurs citations, les paramètres suivants :

- DCO
- Sulfites
- AOX
- Pb

On se propose aussi de retenir le SO₄ qui se trouve en concentration élevée dans les effluents de l'unité de Loukkos (152 – 900 mg/l) selon les analyses rapportées par l'ABHL. A défaut des données sur le rendement épuratoire et étant donnée la facilité d'élimination de ce type de composés, on appliquera le même taux de 70 % que pour les sulfites. Cette donnée méritera d'être vérifiée.

Tableau 7. Valeurs limites calculées sur base des données d'analyses disponibles au Maroc et sur la base des rendements épuratoires rapportés dans la littérature internationale

| Paramètre | VLR calculées en mg/l sauf pour le pH |
|-----------------|---------------------------------------|
| pH | - |
| DCO | 1.8 |
| MES | 3.5 |
| SO ₄ | 165 |
| Hg | 0.3 |
| Pb | 0.0007 |
| Chlorures | - |
| Chlore | - |
| AOX | - |

9.2. Références internationales des VLR

Le tableau 8 relate les VLR rapportées au niveau international

Tableau 8. Valeurs limites rapportées de l'industrie de Chlore et soude rapportées au niveau international

| Paramètre | VLR (mg/l) sauf pour le pH Group de la Banque mondiale (1998) Cas de cellule à diaphragme ne générant pas le mercure | Standards de l'UE (CTEM, 1999) Pour le rejet de mercure (mg/l) | Normes sectorielles de déversement Moniteur Belge (06.12.1985) |
|-----------------|--|---|---|
| Température | Ne doit pas excéder de 3 à 5°C les eaux réceptrices | | |
| pH | 6-9 | - | - |
| DCO | 150 | - | - |
| MES | 20 | - | - |
| SO ₄ | - | - | - |
| Sulfites | 1 | - | - |
| Hg | - | 0.001 | 0.05 |
| Pb | - | - | - |
| Chlorures | 0.2 | - | - |
| Chlore | - | - | - |
| AOX | 0.5 | - | - |

Pour le paramètre débit, la valeur limite maximale est fixée par le Groupe de la banque mondiale (1999) à 1.6 et à 0.1 m³/tonne de chlore produit respectivement pour les procédés cellule à diaphragme et cellule à membrane.

9.3 Synthèse : VLR proposées

En tentant de faire une synthèse, sur base des données disponibles, on peut proposer les VLR rapportées dans la colonne 7 du tableau 10. La démarche consiste à cadrer les valeurs limites calculées sur la base de la composition de rejets au Maroc par les VLR rapportées au niveau international et les valeurs limites générales arrêtées au Maroc. Pour les polluants toxiques, les valeurs les plus faibles sont généralement retenues. Pour les autres paramètres de pollution, les valeurs limites les plus élevées sont retenues.

Tableau 10. Synthèse des VLR et VLR proposées

| Paramètre | VLR (mg/l) sauf pour le pH Group de la Banque mondiale (1998) Cas de cellule à diaphragme ne générant pas le mercure | Standards de l'UE (CTEM, 1999) Pour le rejet de mercure (mg/l) | Normes sectorielles de déversement Moniteur Belge (06.12.1985) | Valeurs limites calculées sur base des données locales (Tableau 7) | Valeurs limites générales (Maroc) | VLR proposées (en mg/l) sauf pour le pH |
|-----------------|--|---|---|--|-----------------------------------|--|
| pH | 6-9 | - | - | - | 6.5-8.5 | 6-9 |
| DCO | 150 | - | - | 1.8 | 500 | 150 |
| MES | 20 | - | - | 3.5 | 50 | cellule à mercure : 3 cellule à diaphragme : 20 |
| SO ₄ | - | - | - | 165 | 1 | 45 |
| Sulfites | 1 | - | - | - | 1 | 1 |
| Hg | - | 0.001 | 0.05 | 0.3 | 0.05 | 0.05 |
| Pb | - | - | - | 0.0007 | 0.5 | 0.01 |
| Chlorures | 0.2 | - | - | - | 0.05 | 0.2 |
| Chlore | - | - | - | - | 0.2 | 0.2 |
| AOX | 0.5 | - | - | - | 5 | 0.5 |

Pour le paramètre débit, la valeur limite maximale est fixée par le Groupe de la banque mondiale (1999) à 1.6 et à 0.1 m³/tonne de chlore produit respectivement pour les procédés cellule à diaphragme et cellule à membrane.

Pour la température : la température des eaux rejetés ne doit pas dépasser de plus de 3 à 5°C celle des eaux réceptacles.

NB. Les valeurs limites générales de plusieurs pays sont rapportées en annexe à titre d'information

10. Technologies propres

L'électrolyse à membrane est considérée comme la meilleure technique disponible pour la production de chlore et de soude caustique

Selon la directive européenne 96/61/CE, un certain nombre de pratiques sont été stipulées:

Pour tous les types d'installations

- (i) Il ne doit pas y avoir de rejet systématique d'hypochlorite de sodium dans l'eau à partir de l'unité d'absorption du chlore.
- (ii) Réduire le plus possible la consommation/éviter les déversements d'acide sulfurique par une ou plusieurs des options suivantes ou à l'aide de systèmes équivalents:
 - Re - concentration sur place dans des évaporateurs en circuit fermé
 - Utilisation de l'acide usé pour réguler le pH dans les flux de fabrication et les eaux résiduelles.
 - Vente de l'acide usé à un utilisateur qui accepte cette qualité d'acide.
 - Restitution de l'acide usé à un fabricant d'acide sulfurique en vue de sa reconcentration.
- (iii) Si l'acide sulfurique est reconcentré sur place dans des évaporateurs en circuit fermé, la consommation d'acide peut être ramenée à 0,1 kg par tonne de chlore produite.
- (iv) Réduire le plus possible les rejets d'oxydants non liés dans l'eau par :
 - Réduction catalytique en lit fixe
 - Réduction chimique
 - Toute autre méthode d'une efficacité comparable.
- (v) Le niveau d'émission des oxydants non liés dans l'eau, associé à la meilleure technique disponible est inférieur à 10 mg/l. Il y a lieu de tenir compte de l'impact global sur l'environnement si la méthode de destruction est retenue.
- (vi) Recours à des procédés de liquéfaction et de purification du chlore n'utilisant pas de tétrachlorure de carbone.

Installations utilisant l'électrolyse à membrane

Les meilleures techniques disponibles (MTD ou Bat en anglais) spécifiques aux installations utilisant l'électrolyse à membrane supposent la prise des mesures suivantes :

- (i) Réduire le plus possible les rejets de chlorates et de bromates par :
 - Maintien de conditions acides dans l'anolyte (pH 1-2) afin réduire le plus possible la formation de chlorates (ClO_3^-) et de bromates (BrO_3^-)
 - Destruction des chlorates dans le circuit de la saumure afin de les éliminer avant la purge.
- (ii) Manutention appropriée des membranes et des joints usagés.

Installations utilisant des cellules d'électrolyse à mercure

La conversion au procédé d'électrolyse à membrane est considérée comme la meilleure technique disponible pour les installations utilisant l'électrolyse à mercure.

Pendant la durée de vie restante des installations utilisant l'électrolyse à mercure, des mesures doivent être prises afin de réduire le plus possible les émissions actuelles et futures de mercure

résultant de la manutention, du stockage, du traitement et de l'élimination des déchets contaminés par le mercure.

Installations utilisant des cellules à diaphragme en amiante

Pour les installations utilisant l'électrolyse à diaphragme en amiante, on estime que la meilleure technique disponible est la conversion à l'électrolyse à membrane, ou, si le critère d'efficacité énergétique est satisfait, l'utilisation de diaphragmes fabriqués dans un autre matériau que l'amiante.

Pendant la durée de vie restante des installations utilisant l'électrolyse à diaphragme en amiante, toutes les mesures doivent être prises pour protéger l'environnement dans son ensemble.

Références bibliographiques

ABHL. 2000. Bulletin d'analyses

ABHL. 2005. Données d'analyses et documents techniques (2005)

Arrêté royal (Belgique) déterminant les conditions sectorielles de déversement des eaux usées provenant de l'industrie du chlore dans les eaux de surface ordinaires et dans les égouts publics (M.B. 06.12.1985)

CTEM publication. 1999. Industrial pollution prevention and abatement in chlor-alkali industry

Draft Technical Background Document: Chlor-Alkali Industry. » Environment Department EPA,

Eckenfelder, W. W. 1982. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles – Traduit de l'américain par Vandevenne. Tec et Doc Lavoisier, 1982. 503 pages.

Jaouhar, T. 2005. Elaboration d'une méthodologie et d'un projet d'arrêté d'estimation de la pollution déversée par les unités industrielles dans le domaine public hydraulique. Mémoire pour l'obtention du grade d'Ingénieur en Chef

Union Européenne. Document de référence sur les meilleures techniques disponibles dans l'industrie du chlore et de la soude par rapport à la Directive 96/61/CE du Conseil

Washington, D.C.

World Bank Group: - Pollution Prevention and Abatement Handbook. July 1998

Annexe : VLR générales des différents pays

Annexe 1. Valeurs limites de rejets industriels : cas du Maroc et d'autres pays

| N° | Paramètre | Valeurs Limites Projet Maroc Rejet direct | Valeurs Limites Projet Maroc Rejet indirect | LYDEC Casablanca | Valeurs limites France | Valeurs maximales Algérie | Valeurs maximales Région Wallonne Belgique | Valeurs limites maximales Suisse | Valeurs limites Rejet dans milieux naturels Sénégal | Valeurs maximales autorisées Rejets directs Ouest du Bengale, Inde |
|----|---|--|--|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|--|
| 1 | Température (°C) | 30°C | 3S | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | | Ne doit pas dépasser de plus de 5°C la température De l'eau réceptrice |
| 2 | pH | 6,5 – 85 | 6,5 – 8.5 | 5.5 - 8.5 | 5.5 - 8.5 | 5,5 à 8,5 | - | 6.5-9.0 | | 6.5-9.0 |
| 3 | MES mg/l | 50 | 600 | 500 | 100 | 30 | 100 | 20 | 40 | 100 |
| 4 | Azote Kjeldahl mgN/l | 30 ² | - | 150/200 | 30 | 40 | 30 | | 20 | |
| 5 | Phosphore total P mgP/l | 10 ² | 10 | - | 10 | 2 | 10 | | 10 | |
| 6 | DCO mgO2/l | 500 ² | 1000 | 1200 | 300 | 120 | 300 | | 200 | 250 |
| 7 | DBO ₅ mgO2/l | 100 ² | 500 | 500 | 100 | 40 | 100 | | 50 | 30 (3 jours à 27°C) |
| 8 | Chlore actif Cl mg/l | 0,2 | - | 3.0 | - | 1.0 | | 1.0 | | |
| 9 | Dioxyde de chlore ClO ₂ mg/l | 0.05 | - | - | - | | | | | |
| 10 | PCB | | | | | | | 0.001 | | |
| 11 | Aluminium Al mg/l | 10 | - | 10 | - | 5.0 | 5.0 | | | |
| 12 | Détergents (anioniques, cationiques et non ioniques) mg/l | 3.0 | - | - | - | 2.0 | | | | |
| 13 | Conductivité en µs/cm | 2700 ³ | - | - | - | | | | | |
| 14 | Salmonelles /5000 ml | Absence | A éliminer | - | - | | | | | |
| 15 | Vibrions cholériques/5000ml | Absence | A éliminer | - | - | | | | | |
| 16 | Cyanures libres (CN) mg/l | 0,1 | 1.0 | 1.0 | 0,1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 17 | Sulfures libres (S ²⁻) mg/l | 1.0 | 1.0 | 1.0 | - | | | | | |
| 18 | Fluorures (F) mg/l | 15 | 15 | 10 | 15 | | 15 | | | 2.0 |
| 19 | Indice de phénols mg/l | 0,3 | 5.0 | 5.0 | 0.3 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |

| N° | Paramètre | Valeurs Limites Projet Maroc Rejet direct | Valeurs Limites Projet Maroc Rejet indirect | LYDEC Casablanca | Valeurs limites France | Valeurs maximales Algérie | Valeurs maximales Région Wallonne Belgique | Valeurs limites maximales Suisse | Valeurs limites Rejet dans milieux naturels Sénégal | Valeurs maximales autorisées Rejets directs Ouest du Bengale, Inde |
|----|---------------------------------------|--|--|---------------------|-------------------------------------|--|--|--|---|--|
| 20 | Hydrocarbures mg/l | 10 | 20 | - | 10 | 20 | 15 | | 50 | |
| 21 | Huiles et graisses mg/l | 30 | 50 | - | - | 20 | | | | 10 |
| 22 | Antimoine (Sb) mg/l | 0,3 | 0,3 | - | - | | | | | |
| 23 | Etain (mg/l) | | | | | | 2.0 | | | |
| 24 | Argent (Ag) mg/l | 0,1 | 0,1 | 0,1 | - | | | | | |
| 24 | Arsenic (As) mg/l | 0,1 | 0,1 | 1.0 | - | | 0.1 | | 0.3 | 0.2 |
| 25 | Baryum (Ba) mg/l | 1 | 1 | - | - | | | | | |
| 26 | Cadmium (Cd) mg/l | 0,2 | 0,2 | 3.0 | 0,2 | 0.2 | | 0.1 | | 02 |
| 27 | Cobalt (Co) mg/l | 0.5 | 1.0 | 2.0 | - | | | | | |
| 28 | Cuivre total (Cu) mg/l | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 3.0 | 2.0 | 0.5 | | 3.0 |
| 29 | Mercure total (Hg) mg/l | 0.05 | 0.05 | 0,1 | 0.05 | 0.01 | | | | 0.01 |
| 30 | Plomb total (Pb) mg/l | 0.5 | 0,5 | 0,1 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | | 0.1 |
| 31 | Chrome total (Cr) mg/l | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 0.5 | | | | | 2.0 |
| 32 | Chrome hexavalent (Cr VI) mg/l | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 33 | Etain total (Sn) mg/l | 2.0 | 2.0 | 0,1 | 2.0 | | | | | |
| 34 | Manganèse (Mn) mg/l | 1.0 | 1.0 | - | 1.0 | 1.0 | 2.0 | | | 2.0 |
| 35 | Nickel total (Ni) mg/l | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 5.0 | 5 | 2.0 | | 3.0 |
| 36 | Sélénium (Se) mg/l | 0,1 | 1.0 | - | - | | | | | 0.05 |
| 37 | Zinc total (Zn) mg/l | 5.0 | 5.0 | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 5.0 | 2.0 | | 5.0 |
| 38 | Vanadium (V) mg/l | | | | | | | | | 0.2 |
| 39 | Fer (Fe) mg/l | 3.0 | 3.0 | 0.5 | - | 5.0 | 5.0 | | | 3.0 |
| 40 | AOX | 5.0 | 5.0 | - | 1.0 | | | | | |

Annexe 1. Valeurs limites de rejets industriels : cas du Maroc et d'autres pays (suite)

| N° | Paramètre | Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel (rejet direct) - Népal | Valeurs limites de rejet dans le réseau d'égouttage (rejet indirect) - Népal | Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel à partir d'une step mixte - Népal | Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel (rejet direct) - Taiwan | Banque mondiale |
|-----|---|--|--|---|--|--|
| 1 | Température (°C) | Ne doit pas dépasser 40°C à 15 m à l'aval de la sortie de l'effluent | 45 | Ne doit pas dépasser 40°C à 15 m à l'aval de la sortie de l'effluent | Pour des effluents rejetés en eau de surface: 1) < 38°C (de mai à septembre) 2) < 35°C (d'octobre à avril) | Ne peut pas causer un accroissement de 3°C à la limite de la zone de mélange. Si cette zone n'est pas connue, prendre 100m |
| 2 | pH | 5.5 to 9.0 | 5.5 to 9.0 | 5.5 to 9.0 | 6.0-9.0 | 6-9 |
| 3 | MES mg/l | 30-200 | 600 | 50 | 30 | 50 |
| 4 | Azote Kjeldahl mgN/l | | | | | |
| 4' | Azote ammoniacal mgN/l | 50 | 50 | 50 | 10 | 10 |
| 4'' | Azote nitrique mgN/l | | | | 50 | |
| 5 | Phosphore total P mgP/l | | | | 4 | 2 |
| 6 | DCO mgO2/l | 250 | 1000 | 250 | 100 | 250 |
| 7 | DBO ₅ mgO2/l | 30-100 | 400 | 50 | 30 | 50 |
| 8 | Chlore actif Cl mg/l | 1 | 1000 | 1 | | 0.2 |
| 9 | Dioxyde de chlore ClO ₂ mg/l | | | | | |
| 10 | PCB | | | | | |
| 11 | Aluminium Al mg/l | | | | | |
| 12 | Détergents (anioniques, cationiques et non ioniques) mg/l | | | | | |
| 13 | Conductivité en µs/cm | | | | | |
| 14 | Salmonelles /5000 ml | | | | | |
| 15 | Vibrions cholériques/5000ml | | | | | |
| 16 | Cyanures libres (CN) mg/l | 0.2 | 2 | 0.2 | 1 | |
| 17 | Sulfures libres (S ²⁻) mg/l | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

| N° | Paramètre | Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel (rejet direct) - Népal | Valeurs limites de rejet dans le réseau d'égouttage (rejet indirect) - Népal | Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel à partir d'une step mixte - Népal | Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel (rejet direct) - Taiwan | Banque mondiale |
|----|--------------------------------|--|--|---|---|-----------------|
| 18 | Fluorures (F) mg/l | 2 | 10 | 2 | 15 | 20 |
| 19 | Indice de phénols mg/l | 1 | 10 | 1 | 1 | 0.5 |
| 20 | Hydrocarbures mg/l | | | | | |
| 21 | Huiles et graisses mg/l | 10 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| 22 | Antimoine (Sb) mg/l | | | | | |
| 23 | Etain (mg/l) | | | | | |
| 24 | Argent (Ag) mg/l | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 |
| 24 | Arsenic (As) mg/l | 0.2 | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.1 |
| 25 | Baryum (Ba) mg/l | | | | | |
| 26 | Cadmium (Cd) mg/l | 2 | 2 | 2 | 0.03 | 0.1 |
| 27 | Cobalt (Co) mg/l | | | | | |
| 28 | Cuivre total (Cu) mg/l | 3 | 3 | 3 | 3 | 0.5 |
| 29 | Mercure total (Hg) mg/l | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.01 |
| 30 | Plomb total (Pb) mg/l | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 |
| 31 | Chrome total (Cr) mg/l | | 2 | | 2 | 0.5 |
| 32 | Chrome hexavalent (Cr VI) mg/l | 0.1 | | 0.1 | 0.5 | 0.1 |
| 33 | Etain total (Sn) mg/l | | | | | |
| 34 | Manganèse (Mn) mg/l | | | | 10 | |
| 35 | Nickel total (Ni) mg/l | 3 | 3 | 3 | 1 | 0.5 |
| 36 | Sélénium (Se) mg/l | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.5 | 0.1 |
| 37 | Zinc total (Zn) mg/l | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 |
| 38 | Vanadium (V) mg/l | | | | | |
| 39 | Fer (Fe) mg/l | | | | | 3.5 |