

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 Verre

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
3. Consommation d'eau	5
4. Rejets liquides	6
4.1. Origine et effets sur la qualité de l'eau	6
4.2. Débit.....	7
4.3. Composition de rejets.....	8
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.....	8
8.1. Technologies de traitement	8
8.2. Rendements épuratoires	9
9. Projets de valeurs limites de rejet (VLR)	9
9.1. VLR calculées sur base des données d'analyses, des technologies disponibles et des rendements moyens épuratoires	9
9.2. Références internationales des VLR	9
9.3. Synthèse : VLR proposées	11
10. Technologies propres	12
Références bibliographiques.....	12

Elaboration des projets de valeurs limites de rejets

Industrie du verre^{\$}

1. Introduction

L'industrie du verre est essentiellement une industrie de produits de base dont la majorité sont vendus à d'autres industriels. De ce fait, cette industrie demeure très tributaire du secteur du bâtiment, des industries alimentaires, de l'industrie des boissons et de l'industrie automobile.

Globalement, cette industrie peut être décomposée en plusieurs catégories selon le type de verre et selon l'usage :

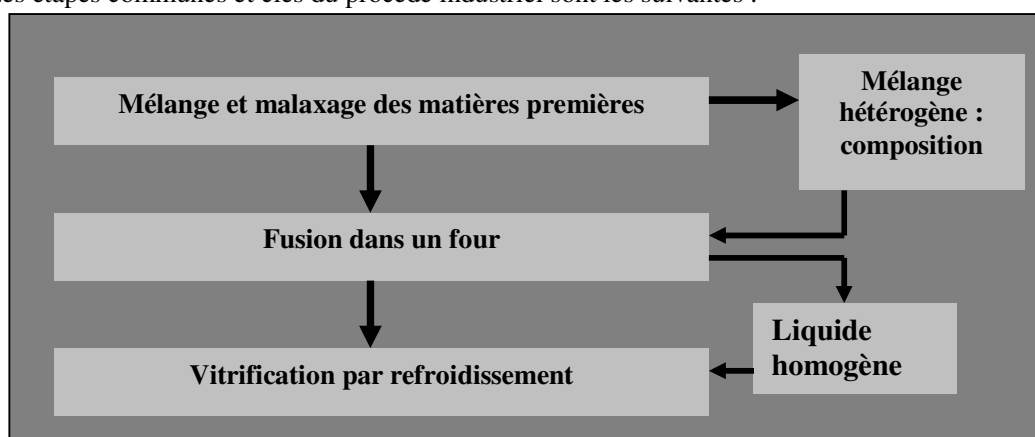
- Le verre d'emballage (bouteilles, bocaux, flacons) ;
- Le verre plat (vitres, pare-brise, fenêtres) ;
- La fibre de verre en filament continu ;
- La verrerie domestique (verres, plats, vases) ;
- Les verres spéciaux (optique, éclairage,...) ; et
- La laine minérale (laine de verre et laine de roche).

2. Procédés de fabrication

Les principales **matières premières** utilisées dans l'industrie du verre sont :

- Les sables siliceux (75% des matières premières)
- La chaux et la dolomie (CaCO_3 , MgCO_3)
- La soude (Na_2CO_3)
- Les borosilicates ; et
- Autres produits additifs

Les étapes communes et clés du procédé industriel sont les suivantes :



Les **produits** obtenus sont une variété de verres possédant chacun des propriétés spécifiques, et qui après la phase de production, subiront pour la plupart des traitements supplémentaires. Un schéma général de fabrication du verre est rapporté ci-après.

\$: Cette fiche mérite d'être complétée par des analyses complètes et représentatives des différentes catégories d'industrie de verre. Soulignons toutefois que cette industrie, avec un minimum de bonnes pratiques et de traitement, peut être considérée non polluante.



Schéma général de fabrication du verre (EPA 1995, EPRI 1988)

L'Agence américaine de protection de l'environnement (US-EPA, 1997) a catégorisé l'industrie de verre en 13 catégories et sous-catégories suivantes dont les usages et les procédés de fabrication sont variables :

- 1) Fibre de verre pour isolation
- 2) Plaques de verre
- 3) Verre imprimé
- 4) Verre laminé
- 5) Verre flotté
- 6) Verre de véhicules
- 7) Verre laminé
- 8) Récipients et conteneurs en verre
- 9) Verre soufflé
- 10) Tubes de verre
- 11) Verres de télévision (écran et tube cathodique)
- 12) Verre de lampes incandescentes
- 13) Verre pressé et soufflé manuellement

3. Consommation d'eau

Selon diverses sources, la consommation d'eau moyenne de l'industrie de verre est de 1 m³ d'eau/tonne de verre produit (soit de 600 à 1000 m³ d'eau/jour pour une production moderne (source Allemande). Toutefois, des volumes variables sont cités et varient de 0.8 à 10 m³/tonne de produit.

Selon une enquête industrielle effectuée au niveau d'une unité de fabrication de verre à Casablanca (Région hydraulique de Ben Slimane), la consommation d'eau s'élève à 2500m³/mois. Sur la base d'une production totale de 60 000 Tonnes/an et d'un fonctionnement de 365 jours/an (selon l'enquête), on peut calculer un ratio de consommation unitaire de 0.5 m³ d'eau/an.

De manière générale, les opérations les plus consommatrices d'eau sont les suivantes :

- le refroidissement des compresseurs d'air,
- le refroidissement des groupes électrogènes,
- les bains de trempes du verre flotté (Float galss),
- le traitement ultérieur et le façonnage du verre par polissage, etc.

L'eau utilisée pour ces opérations peut être aisément recyclée ou traitée au moyen de techniques standard

Le tableau 1 relate la nature des opérations consommatrices d'eau et les quantités moyennes consommées pour différents types de verre.

Tableau 1. Quantités d'eau consommées pour différents produits de l'industrie de verre

Type de verre	Opération	Consommation moyenne
Verre d'emballage	Refroidissement des circuits Nettoyage Humidification des matières premières (batch) avant la fusion afin d'éviter leur séparation et afin de réduire l'émission de poussières hors du four.	1,8 m3/tonne de verre fondu
Verre plat	Refroidissement Nettoyage des rubans de verre	Consommation très variable selon les procédés
Verre domestique	Refroidissement Nettoyage Découpage, polissage, décapage et lavage	7 m3/tonne de verre sodico - carbonaté (cristal) 7,5 m3/tonne de cristal au plomb produit.
Verres spéciaux	Refroidissement nettoyage	Consommation variable ex : Tube cathodique de la télévision : 3.6 m3/tonne de verre fondu Ecran de télévision : 1,82 m3/tonne de verre fondu
Laine minérale (de roche)	Refroidissement Nettoyage Dilution et dispersion des liants	Consommation variable : 1 à 10 m3/tonne

4. Rejets liquides

4.1. Origine et effets sur la qualité de l'eau

Comme il a été précisé auparavant, la consommation d'eau dans l'industrie de verre varie selon les procédés et donc les types de verre produits. Le tableau 2 relate le niveau d'impact des différentes étapes de fabrication de verre sur la qualité des eaux.

Tableau 2. Evaluation des effets sur l'environnement des opérations de production du verre (1 : impact très faible ; 2 : impact faible ; 3 : Impact relativement élevé).

Procédé	Niveau d'impact sur la qualité de l'eau
Préparation	1
Fusion	3
Mise en forme	2
Refroidissement	1
Tri	1
Emballage	1
Façonnage	3

Il ressort de ce tableau que ce sont les étapes de fusion et de façonnage qui sont les plus enclines à porter préjudice à la qualité l'eau.

Les éléments polluants provenant des différentes étapes de procédé de fabrication sont rapportés dans le tableau 3.

Tableau 3. Pollutions spécifiques des différentes opérations dans le procédé de fabrication du verre

Étapes de fabrication/Procédés	Éléments polluants
Meulage et polissage	Environ 1g/l d'éléments minéraux non dissous
Eau de refroidissement des installations de découpe et de mise en forme, des compresseurs Eaux de bains de trempes situées à l'aval des machines	Huile
Fabrication de la laine minérale (laine de verre) et de la fibre de verre en filament continu	Contamination organique
Fabrication des verres spéciaux et de verrerie domestique	Métaux lourds (en particulier le plomb)
Meulage, polissage, décapage de clarification, décapage pour dépolissage dans la fabrication des verres optiques ou artistiques	Acides fluorhydrique, sulfurique et chlorhydrique
Autres procédés	Sels dissous, particules de verre, etc.

Cependant, il est important de souligner qu'avec les avancées technologiques et les restrictions dictées par le souci de protection de l'environnement, certaines unités de production pratiquent le **Zéro Rejet** qui signifie que plus aucun effluent aqueux ne sort de l'usine (Saint-Gobain Emballage, sites d'Oiry et Châlon par exemple, France).

4.2. Débit

Le débit n'a pas été rapporté dans le rapport d'enquête réalisée en 2006 au niveau de l'unité de l'ABH de BenSlimane).

4.3. Composition de rejets

A ce stade, aucune analyse complète n'est disponible.

En cas d'analyses, les paramètres de pollution à considérer en priorité pour ce type d'industrie sont les suivants :

Pour l'industrie verrière dans son ensemble : pH, T°C, MES, DBO₅, DCO, Hydrocarbures totaux, P total, N total, sulfates, indice Phénol, fluorures, Zn, As, Ce, Ba, Se, Sb, acide borique, détergents. On ajoute parfois les particules de verre.

Fabrication du verre plat : Cu, Ni

Fabrication du verre creux : Cr, Pb, Ni, Sn

Fabrication des fibres de verre : Cr, Cu, Ni

6. Evaluation de la charge polluante

Etant donné qu'on ne dispose pas de la composition de rejet et du débit, on ne peut pas calculer la charge polluante.

7. Ratios de pollution

7.1. Ratios marocains

Les coefficients spécifiques de pollution des rejets des industries de verre retenus par l'étude réalisée par le FODEP (2002) sur la base des ratios de l'OMS pour des activités similaires sont récapitulés dans le tableau 4.

Tableau 4. Coefficients spécifiques de pollution retenus pour les industries de verre

Grandeur caractéristique	MES (Kg)	DBO5 (Kg)	DCO (Kg)
Mille Mètre carré de produit fini	0.7	-	4.6

7.2. Ratios internationaux

On dispose d'une donnée relative au rejet de plomb qui est estimé à environ 2 à 5 kg/tonne de verre produit (Groupe de la Banque Mondiale, 1998). Probablement, comme indiqué plus haut, ce ratio correspondrait à la fabrication des verres spéciaux et de verrerie domestique

8. Technologies d'épuration et performances épuratoires

8.1. Technologies de traitement

La pollution mécanique des eaux de nettoyage et de rinçage suivant les phases de meulage et polissage (dans le passé essentiellement), était enlevée grâce à des trémies ou bassin de décantation de dimensions appropriées. Il s'en suivait l'enlèvement des boues déposées, lesquelles étaient facilement séchées.

Pour le reste, les principales techniques utilisées dans l'industrie du verre pour limiter les émissions dans l'eau (ou pour régénérer une eau de qualité pour le procédé) sont :

Les traitements physico-chimiques :

- décantation
- centrifugation
- filtration
- neutralisation
- aération
- précipitation
- coagulation & floculation

Les traitements biologiques : boues activées et bio filtration

8.2. Rendements épuratoires

Les rendements épuratoires pour les polluants de l'industrie de verre sont relativement élevés et on peut retenir un taux de rabattement minimal de 90 %.

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

Ne disposant pas d'analyses de rejets des unités industrielles marocaines, on ne peut pas calculer de VLR.

9.2. Références internationales des VLR

L'examen des documents techniques au niveau international a permis de trouver un certain nombre de normes et valeurs limites de rejets directs de l'industrie de verre. Ces normes sont rapportés dans le tableau 5.

Tableau 5. Quelques références internationales des valeurs limites des rejets directs de l'industrie du verre

Paramètres	Groupe de la Banque mondiale (1998)	Administration de la protection d'environnement de Taïwan (2000)	Haryana State EPA, Notification [GSR 93(E); Feb. 21, 1991]
pH	6-9	-	6.5 – 8.5
T°C	-	-	-
MEST	50	50	100
DBO ₅	-	-	-
DCO	150	100	-
Hydrocarbures totaux	-	-	-
Huiles et graisses	10	-	10
P total	-	-	-
N total	-	-	-
sulfates	-	-	-
Indice Phénol	-	-	-
Fluorures	20	-	-
Métaux lourds	-	-	-
Métaux lourds totaux	10	-	-
Zn,	-	-	-
Pb	0.1	-	-
As	0.1	-	-
Ce	-	-	-
Ba	-	-	-
Sb	-	-	-
Se	-	-	-
Antimoine	0.5	-	-
Acide borique	-	-	-
détergents	-	-	-

9.3. Synthèse : VLR proposées

En absence de VLR locales (faute d'analyses), on propose des VLR (colonne 6 du tableau 6) inspirées des VLR trouvées dans la littérature internationale tout en procédant à un cadrage par rapport aux VLR générales adoptées au Maroc pour les rejets directs.

Tableau 6. Synthèse : proposition de VLR (en mg/l sauf pour le pH et la température)

Paramètres	Groupe de la Banque mondiale (1998)	Administration de la protection d'environnement de Taïwan (2000)	Haryana State EPA, Notification [GSR 93(E); Feb. 21, 1991]	VLR Générales au Maroc (Rejets directs)	VLR proposées
pH	6-9	-	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
T°C	-	-	-	30	30 (plutôt un accroissement de 5°C dans l'eau réceptacle)
MEST	50	50	100	50	50
DBO ₅	-	-	-	100	100
DCO	150	100	-	500	500
Hydrocarbures totaux	-	-	-	10	10
Huiles et graisses	10	-	10	30	30
P total	-	-	-	10	10
N total	-	-	-	30	30
sulfates	-	-	-	1.0	1.0
Indice Phénol	-	-	-	0.3	0.3
Fluorures	20	-	-	15	20
Métaux lourds					
Métaux lourds totaux	10	-	-		10
Zn	-	-	-	5	5
Pb	0.1	-	-	0.5	0.5
As	0.1	-	-	0.1	0.1
Cd	-	-	-	0.2	0.2
Ba	-	-	-	1	1
Se	-	-	-	0.1	0.1
Antimoine	0.5	-	-	0.3	0.5
Acide borique	-	-	-	-	? (paramètre important)
détergents	-	-	-	3.0	3.0

NB. A titre d'information, des valeurs limites générales de plusieurs pays sont rapportées en annexe.

10. Technologies propres

Les principales technologies permettant la prévention de la pollution des eaux par les rejets de l'industrie du verre sont les suivantes :

- Le recyclage et la réutilisation de l'eau
- Minimiser Réduire les contaminations à partir des zones de stockage des matières premières liquides et des produits intermédiaires. Citons par exemple le calcul correct de la taille d'une citerne, l'inspection et les tests d'étanchéité, des protections contre le sur-remplissage, la localisation adéquate des événements et des points de remplissage.
- La source principale de pollution est la zone de formation de la fibre, d'où peut s'échapper une partie des liants utilisés. Des procédures prudentes de manutention, en particulier dans la zone de préparation de ces liants, permettent de réduire de manière significative les dangers de pollution émanant des zones autres que celle de la formation de la fibre

Références bibliographiques

ANONYME, Pure water for the glass industry. International Glass Review, Issue 2, 2001.

EPA. 2000. Normes de Chine (Taiwan) Environmental Protection Administration of the Republic of China on Taiwan. [GSR 93(E); Feb. 21, 1991]

EUROPEAN COMMISSION, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference document on best available techniques in the glass manufacturing industry, December 2001.

MEINCK F., STOFF H., KOHLSCHUTTER H. 1977. Les eaux résiduaires industrielles. 2^{ème} éd., Masson, Paris. Traduit de Industrie - Abwasser, 4^{ème} éd., 1968. pp. 31-33. 1999

ROUBATY J.L. et LE CORE E. Traitement des effluents aqueux dans le domaine verrier. Partie 2 : Approche classique et globale des problèmes. Revue du Verre, vol.5 n°5,

ROUBATY J.L. et LE GUILLOU J.F. Traitement des effluents aqueux dans le domaine verrier. Partie 1 : Connaissance de la pollution. Revue du Verre, vol.4 n°6, pp. 36-41. 1998

SEEn /FODEP. 2002. Etude sectorielle sur la pollution industrielle : description de la dérivation des ratios de pollution industrielle

US-EPA. 1997. Glass manufacturing . Register, June, 1976, No. 246, eff. 7-1-76.

Autres : Sites Internet

<http://www.saint-gobain.com>

<http://www.glaverbel.com>

<http://www.institutduverre.fr>

<http://www.paca.drire.gouv.fr/environnement/site/enquete205.htm>

<http://144.19.93.203/energy/HC270799/HDL/ENV/envfr/vol237.htm>

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