

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 :

Savons - Détergents

préparée par :

Brahim Soudi - Consultant national
Dimitri 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**

1. Introduction

L'industrie de fabrication des détergents a trouvé un bon marché qui est en expansion continue. En Europe, chaque jour 84 millions de cycles de lavage sont effectués et l'on vend plus de 3,6 millions de paquets de lessive.

A cause des effets négatifs du phosphore sur l'environnement, composante principale d'un détergent, le rejet de l'industrie des détergents doit être faite dans le souci de mieux respecter l'environnement. En effet, chaque pays a mis sa propre législation en vue de limiter les polluants déversés par les industriels des détergents et de savons.

De ce fait, les industriels sont tenus à traiter leurs eaux usées avant de la déverser dans les rivières afin qu'elles soient conformes aux valeurs limites proscrites dans les législations locales.

Au Maroc, il est inventorié deux établissements qui produisent des savons et produits cosmétiques, tous deux situés dans le bassin hydraulique de Bouregreg.

2. Procédé de fabrication

Sont présentés ci-après succinctement les procédés de fabrication des savons et détergents.

2.1. Fabrication du savon

Les savons sont essentiellement constitués de sels de sodium ou de potassium, d'acides gras issus de corps gras tels que le suif, l'huile d'arachide, l'huile d'olive, l'huile de mouton, etc....

Les corps gras sont sélectionnés en fonction des qualités recherchées : onctuosité, action détergente, etc...

Lorsque l'on traite les corps gras en solution aqueuse par une base, en général la soude (hydroxyde de sodium) ou la potasse (hydroxyde de potassium), ils se décomposent en glycérine (= triglycérol = 1,2, 3-propanetriol), et en sel d'acide gras : c'est la saponification.

La saponification est suivie de la cuisson, puis le produit est lavé plusieurs fois pour isoler le glycérol afin de purifier le savon. Ce dernier est ensuite soumis à la liquidation, puis transformé en fonction de la forme finale recherchée (moulage, séchage, addition de parfum, etc....).

La figure 1ci-après reprend l'ensemble des étapes de la fabrication du savon.

2.2. Fabrication des détergents

On entend par détergent, tout produit dont la composition a été spécialement étudiée pour concourir au développement des phénomènes de détergence et qui comprend des composants essentiels (agents de surface) et, généralement, des composants complémentaires (adjuvants, renforçateurs, charges, additifs et autres composants accessoires).

Les procédés de fabrication des détergents sont spécifiques à chaque production liée à une formulation particulière. Cependant, contrairement à la saponification, les procédés de fabrication des détergents consistent à mélanger divers produits de base avec de l'eau à plus ou moins haute température sans qu'il y ait proprement parlé de réactions chimiques.

Ainsi, les détergents sont des produits de composition complexe, dont la formulation de base comprend des tensioactifs, des adjuvants, des agents blanchissants à laquelle s'ajoutent des composés secondaires divers (ex : solvants, acides etc....).

Exemple de la fabrication de détergents dans une industrie de la région de la Casablanca

Les détergents sont fabriqués en quatre étapes (Figure 2) :

- préparation de la "paste table"
- addition et mélange d'additifs en milieu liquide et séchage
- addition et mélange d'additifs en milieu solide pour obtenir la poudre commercialisée
- conditionnement

Additifs des détergents

- Ballast (silicate de sodium servant de solvant aux tensio-actifs).
- Phosphates (tripolyphosphate de sodium pour fixer la dureté calcique des eaux).
- Oxydants pour la blancheur du linge
- Enzymes pour hydrolyser la matière organique
- Agents blanchissants
- Adjuvants secondaires comme les colorants et les parfums.

La « paste table » s'obtient en sulfonant l'alkylbenzene avec de l'oleum (acide sulfurique enrichi en SO_3) a des conditions de température et de pression déterminées. Après la sulfonation, la "paste table" est décantée et l'acide sulfurique dilué est stocké sur place avant d'être retourné au fournisseur. La pâte est ensuite neutralisée avec de la soude, puis mélangée avec des additifs. Après le mélange, la pâte est aspirée et séchée dans une tour par de l'air chaud ; elle est ensuite refroidie dans une tour d'air froid. Ce produit semi-fini passe sur une bande doseuse, où l'on ajoute d'autres additifs, puis dans un mélangeur avant d'être stocké dans des sacs. La poudre finie contenue dans ces sacs est ensuite conditionnée.

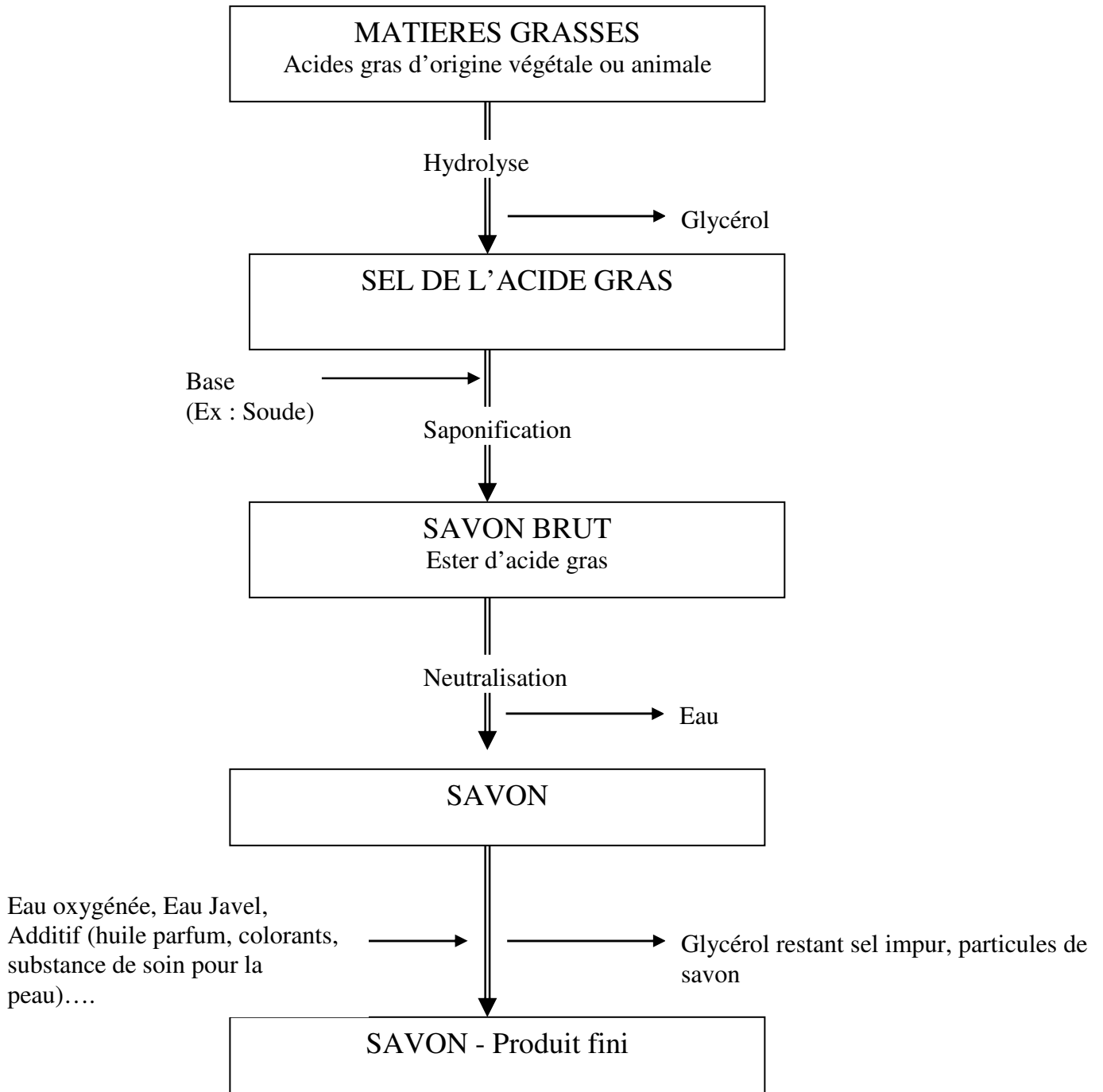


Figure 1 : Procédé de fabrication du savon

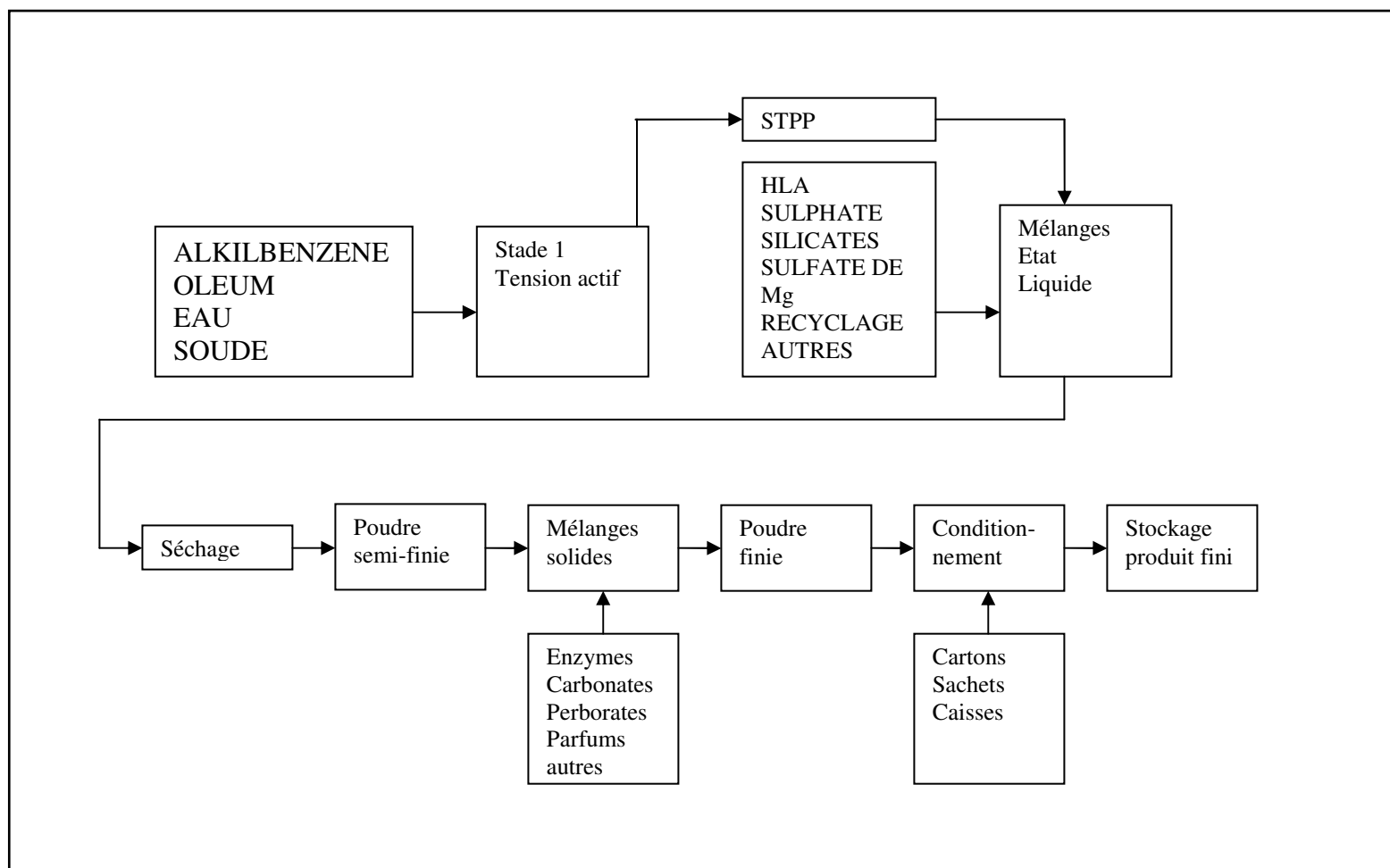


Figure 2 : Procédé de fabrication des détergents

3. Consommation d'eau

Dans une savonnerie, la consommation en eau est de 10 à 12 m³ par tonne d'acide gras fabriqué. La consommation est de 35 litres par kg de savon produit.

4. Rejets

4.1. Nature et origine [2]

Outre les eaux de pluie et les eaux en provenance des toilettes, une usine de fabrication de savon produit divers types d'eaux résiduelles. Par exemple, lorsque la matière grasse provient de l'olive :

- Extraction de l'huile: production de margines ou eaux de végétation, Tourteaux.
- Rejets issus du raffinage de l'huile: matières organiques et matières minérales.
- Fabrication de savons: production d'eaux de refroidissement, de condensation, de lavage de l'installation, de l'hypo-lessive, de lavage du savon et les eaux de nettoyage.

4.2. Débit

Le volume d'eaux résiduaires peut varier fortement selon le type de l'usine et le mode de fabrication employé, de sorte qu'il n'est pas possible de donner sur ce point des indications valables de façon générale. Les chiffres du tableau 1 peuvent donner une idée de l'ordre de grandeur des volumes d'eaux résiduaires dans une savonnerie.

Tableau 1 : Les débits des eaux issues des différentes opérations sont comme suit :

Opération	m ³ /j	%
Eaux d'extraction de l'huile	6	88,3
Eaux de raffinage des graisses brutes	8	4,2
Eaux de refroidissement et de condensation	170	1,3
Eaux de lavage de l'installation de décomposition des graisses	2.5	1,3
Hypo-lessive et eaux de lavage provenant de lavage du savon	2.5	1,8
Eaux de nettoyage	3.5	3,1
Débit total des effluents	192.5	100

4.3. Composition des rejets [2]

En prenant l'exemple de savon à base d'huile d'olives, les rejets ont la composition suivante :

Margine:

- Eau (83-88%),
- Matière organique (10.5-15%),
- Matière minérale (1.5-2%),
- Matière azotée totale (1.25-2.4%),
- Matière grasse (0.03-1%),
- Polyphénols (1-1.5%).

Rejet du raffinage de l'huile. Le procédé de raffinage des huiles brutes, les eaux usées contiennent les principales substances suivantes :

- Sulfate de sodium,
- Chlorure de sodium,
- Phosphate de calcium,
- Acides gras (en partie savons de calcium),
- Mono glycérides,
- Di glycérides et triglycérides,
- Glycérine,
- Protéines,
- Lécithine,
- Aldéhydes,
- Cétones,
- Lactones,
- Stérols.

La fabrication de savons produit :

- Acides sulfuriques libres = 6300 mg/l.
- Acides sulfuriques combinés = 49 200 mg/l.
- Zinc = 28 400 mg/l.
- Oxydabilité = 124 800 mg/l.
- pH = moins de 1.

Hypo-lessive :

- Chlorures = 204 000 mg/l.
- pH = 8.5.
- Oxydabilité = 47 000 mg/l.

Dans certains pays, Il existe une réglementation sur base de la biodégradabilité. Par exemple, en Belgique, il est interdit d'importer, de mettre sur le marché et d'utiliser des détergents lorsque la biodégradabilité moyenne des agents de surface qui y sont contenus est inférieure à 90 % pour chacune des catégories cationiques et à 80 % pour chacune des catégories anioniques.

Les eaux issues de saponification contiennent des glycérines et les eaux de refroidissement des matières grasses.

Le tableau 2 donne la composition des rejets d'une savonnerie utilisant des acides gras naturels et la composition des rejets pour les industries utilisant des acides gras artificiels, est repris au tableau 3.

Des échantillons séquentiels sont prélevés pendant 2 jours entre 10h00 et 16h00 et analysés (tableau 4). Par manque d'information sur le procédé de fabrication il n'est pas possible de dire comment la période de prélèvement se situe par rapport au cycle de production. A l'analyse des résultats du tableau 4, il apparaît une pollution plus importante la seconde journée, surtout observée dans le prélèvement de 12h00.

Sur ces mêmes échantillons, des analyses de métaux lourds ont été réalisées à titre informatif (tableau 4). Aucun dépassement des concentrations par rapport au projet de valeurs limites générales pour les rejets directs et indirects (tableau 5) n'est observé.

Tableau 2 : Composition des rejets d'une savonnerie utilisant des acides gras naturels [2]

Désignation de l'échantillon	pH	Résidu sec		Chlorures mg/l	Oxydabilité mg/l	Acide sulfurique		Zinc mg/l
		Total (mg/l)	Perte au feu (mg/l)			Libre (mg/l)	Combiné (mg/l)	
Effluent du raffinage	4,3	3.764	1.854	120	1.966	-	853	
Eaux de lavage du traitement de graisses	<1	199.800	158.400	-	124.800	6.300	49.200	28.400
Hypo-lessive	8,5	190.000	58.000	80.000	28.990	-	-	

Tableau 3 : Composition des rejets d'une savonnerie utilisant des acides gras artificiels [2]

pH	2,75 - 2,85
Résidu sec	71 - 73 g/l
DCO	11,2 - 12 g/l
DBO5	18 - 22 g/l
Acide sulfurique	5212 - 5497 mg/l
Acides gras volatils	13,6 - 14,2
Acides gras non volatils	3,5 - 5,4 g/l
Sulfate de sodium	44 - 60 g/l

Tableau 4 : Echantillonnage séquentiel et moyen réparti sur deux jours au Maroc.

Date	05-01-2005						06-01-2005					
Heure		10 :00	12 :00	14 :00	16 :00	EM* Globale	10 :00	12 :00	14 :00	16 :00	EM Globale	Moyenne des EM globaux
pH		6,80	6,75	6,70	8,50	7,40	7,50	8,85	7,95	7,45	8,15	
Cond.	µs/cm	915	880	890	790	860	1235	1165	1690	2100	1760	1310
DCO	mgO2/l	728	574	1387	563	902	806	6042	2228	2010	2605	1753
DBO5	mgO2/l	183	189	451	236	317	280	3181	687	671	725	521
MES	mg/l	184	130	160	105	153	213	605	365	232	329	241
NTK	mgN/l					21,3					36,7	29
NH4	mgN4/l					1,87					10,8	6,33
PT	mgP/l					17,8					7,45	12,63
PO ₄ ³⁻	mg/l					2,89					6,82	4,86
So4	mg/l					-					43,22	43,22
AL	µg/l					0,899					1,639	1,269
Fer	mg/L					2,47					5,75	4,11
Zn	µg/l					2,59					0,623	1,61
Mg ²⁺	mg/L					0,057					0,152	0,105
C2T	µg/l					0,031					0,06	0,046
Cu	µg/l					0,038					0,0058	0,022
Cd	µg/l					<0,0002					<0,0002	
Nl	µg/l					0,023					0,039	0,031
Pb	µg/l					0,51					0,059	0,285
AS	µg/l					<0,016					<0,016	
Se	µg/l					<0,016					<0,016	
Ba	µg/l					<0,001					0,01	0,01

*EM = Echantillon moyen

Au tableau 5 Les résultats moyens sont comparés et montrent une eau usée polluée en matières organique et chargée en matières en suspension.

Tableau 5 : Comparaison d'échantillons moyens et VLR générales

Date		EM* 30/06/2000	Moyenne des EM globaux 05&06 - 01-2005	VLR générales (projet)
Débit	m3/t P.F	6.23		
pH		6.98	7,40-8,15	6.5-8.5
T	°C	27.3		30
Cond	µs/cm	2940	1310	
DCO	mgO2/l	879	1753	500
DBO5	mgO2/l	300	521	100
MES	mg/l	650	241	50
NTK	mgN/l	7.7	29	30
NH4	mgN4/l		6,33	
PT	mgP/l	5.29	12,63	10
PO ₄ ³⁻	mg/l		4,86	
So4	mg/l		43,22	400
Al	µg/l		1,269	
Fer	mg/L		4,11	3
Zn	µg/l		1,61	5
Mg ²⁺	mg/L		0,105	1
CrT	µg/l	0.046	0,046	2
Cu	µg/l		0,022	1
Cd	µg/l			0,2
Ni	µg/l		0,031	0,5
Pb	µg/l	0.0025	0,285	0,5
AS	µg/l			0,1
Se	µg/l			1
Ba	µg/l		0,01	1
Phénol	mg/l	0.042		0.3

*EM = Echantillon moyen

Un audit environnemental d'une industrie de savons-détergents de la région de Casablanca, réalisé pour le compte du Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement, a émit comme première recommandation la construction d'une station de traitement des effluents [12].

Les eaux usées de cette industrie ne sont pas conformes aux Valeurs Limites Générales en projet au Maroc, notamment en ce qui concerne le pH, les MES et la DCO (tableau 6). Cette dernière valeur peut monter jusqu'à 14000 mg/l comme le montre la figure 3. Cet audit met également en évidence la pollution des effluents par les phosphates.

Tableau 6 : Comparaison des eaux usées d'une industrie de savons-détergents de la région de Casablanca au VLG en projet au Maroc.

Paramètre	Unités	Analyses MedCampus	Analyses du Laboratoire	Maroc Projet de VL Générales
pH		7,6-11,3	8,7-12,6	6,5-8,5
T	°C	17,8	19-21	
MES	mg/l	N.D.	292	50
DBO	mg/l	N.D.	70	100
DCO	mg/l	3364	854	500
COT	mg/l	N.D.	266	
Huiles et graisses	mg/l	N.D.	36.3	30
Ntotal	mg/l	N.D.	15.8	
NH4	mg/l	N.D.	6.02	
NO2	mg/l	N.D.	0.34	
NO3	mg/l	N.D.	4.60	
Total métaux	mg/l	N.D.	0.65	
Ptotal	mg/l	N.D.	35.3	
OrthoP	mg/l	N.D.	3.23	

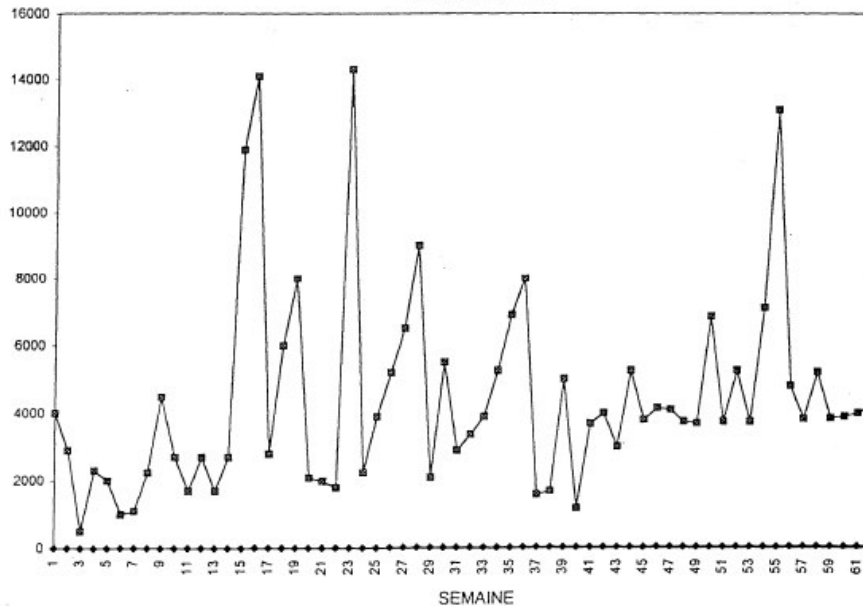


Figure 3 : Suivi hebdomadaire de la DCO (mg/l)

5. Paramètres de pollution

Les eaux résiduaires reçues au niveau des stations d'épuration des unités de fabrication de détergents et de savons sont principalement caractérisées par :

- le **pH**
- Caractéristiques organiques : la **DBO₅**, la **DCO** et leur rapport **DBO₅/DCO** qui caractérise la biodégradabilité.
- La **teneur en phosphates (P)**
- L'**azote total** (Azote de Kjeldhal + NO₂ + NO₃)
- Les **chlorures (Cl)**
- Les **matières en suspension (MES)**
- La **Teneur en détergents anioniques, cationiques et non- ioniques**

La teneur en phosphates des détergents reste le paramètre le plus caractérisant des eaux résiduaires de l'industrie de détergent. Les phosphates sont responsables du phénomène d'eutrophisation et de la dégradation des milieux aquatiques. Cette perturbation écologique se traduit par la prolifération de certaines algues au détriment des autres formes de vie aquatique.

L'eutrophisation concerne surtout les eaux calmes, situées aux points bas du réseau hydrographique mais lorsque les apports en phosphates augmentent, toutes les eaux peuvent être atteintes. Dans les pays développés, les phosphates sont généralement interdits dans les poudres à lessiver mais d'autres produits détergents (pour lave-vaisselle) ne sont pas visés par cette mesure.

6. Evaluation de la charge polluante

6.1. Ratios de pollution internationaux

- 54 600 g de DBO5/Tonne de savon produit.
- Hexane = 14 ppm/m³ d'eau/tonne de produit utilisé.
- Quantité d'eaux usées = 10 m³/t de produit utilisé (Huile).
- Margine: 1.5 Tonne/Tonne de produit.

6.3. Ratios de pollution marocains

Les ratios de pollution nationaux ont été calculés sur base de l'analyse statistique des données relatives à une industrie de Savons et produits de toilette (shampooing, lait, eaux de Cologne) (tableau 7). L'étude FODEP 2002 a aussi proposé des coefficients spécifiques de pollution des rejets des industries de fabrication de savons et des produits de toilettes en Tunisie pour des activités similaires.

Tableau 7: Coefficients spécifiques de pollution pour la fabrication de savons et des produits de toilettes (en Kg/t de produit fini)

Source	MES	DBO5	DCO	MO	NTK	Pt
Au Maroc [10]	4.05	1.87	5.5	3.07	0.05	0.03
En Tunisie [11]	11.32	7.36	56.79			

Le volume d'eau consommé par l'industrie du savon, très fluctuant, varie de 0 à 200 m³/j avec une moyenne de 3 m³/j. Le volume moyen rejeté est de 2m³/j. La charge horaire est donnée au tableau 8.

Tableau 8 : Charge horaire d'une industrie de savon au Maroc

	DCO	DBO	MES
CH = Charge horaire (kg/h)	9,42	3,92	1,43

6.2. Charge polluante

La charge polluante entraînée par l'industrie de savon et d'acide gras est de l'ordre de 1300 Equivalent habitant/Tonne de savon produit.

7. Technologie d'épuration et performances épuratoires

7.1. Technologie de traitement

Exemple 1

L'exemple que nous allons traiter dans cette partie concerne principalement des données d'une société d'installation de stations d'épuration physico-chimique implantée en France. Il repose sur des données collectées par cette société lors d'une installation d'une station d'épuration d'une savonnerie ayant une capacité de traitement de $200\text{m}^3/\text{j}$.

Selon cette société, le procédé d'épuration par traitement physico-chimique est le mieux adapté pour l'épuration des effluents d'une savonnerie. L'épuration biologique est peu propice lorsque le rapport $\text{DBO}_5/\text{N}/\text{Pt}$ s'écarte du ratio de 100/5/1 pour assurer une épuration optimale (figure 2).

La ligne de processus est la suivante, en sortie du prétraitement [4]:

a. le poste de relevage des eaux en sortie du prétraitement existant : il est installé en vue de pomper les eaux vers la suite du traitement.

b. le bassin tampon : elle permet l'homogénéisation et la régulation du débit dans un bassin tampon de 120m^3 . Ceci implique l'apport de plus faibles charges de pollution sur la suite de traitement, plus facile à traiter. Ce bassin tampon, en retenant l'ensemble de l'effluent qui s'écoule en une journée, permet d'obtenir un effluent parfaitement homogénéisé (c'est-à-dire ayant des qualités constantes), mais aussi de réguler le débit à une valeur constante et indépendante des écoulements de l'entreprise.

c. Traitement physico-chimique dans deux cuves de coagulation floculation : les eaux du bassin tampon sont renvoyées vers le traitement physico-chimique de façon continue et de façon régulière, 24 heures sur 24. Ce traitement permet d'augmenter l'efficacité du prétraitement en facilitant la floculation des particules organiques qui dès lors décanteront facilement dans le flottateur en aval.

c.1.Coagulation : Elle a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion d'un coagulant. En sortie du bassin tampon, les eaux sont donc envoyées à l'aide des pompes volumétriques à débit constant de $10\text{m}^3/\text{h}$ vers la cuve de coagulation où est injectée du FeCl_3 . La coagulation est réalisée au FeCl_3 à raison de $1\text{ kg}/\text{m}^3$ d'effluent et l'agitation est rapide. Le temps de séjour de l'effluent dans cette cuve est de 3 minutes environ et le volume de la cuve de coagulation est de 2 m^3 .

c.2. Floculation : Elle a pour but de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on pourra facilement éliminer par flottation. L'effluent est ensuite envoyé vers la cuve de

floculation ; un polyélectrolyte est injecté de la même façon que précédemment dans la cuve. La floculation est réalisée à l'aide d'un polymère de type alginate à raison de plus ou moins 2 à 4 g/m³ d'effluent et l'agitation est très lente. Le temps de séjour de l'effluent dans cette cuve est de 5 minutes environ. Le volume de la cuve est de 3 m³.

d. Envoi des eaux vers un flottateur :

A ce niveau, on peut extraire une proportion appréciable des impuretés que contiennent les eaux usées en provoquant leur remontée à la surface et en les écumant. Les boues en surface sont raclées et sont dirigées vers un silo à boues. Afin d'accélérer la remontée des particules grasses, l'effluent sera émulsionné par libération à la pression atmosphérique et sous forme de microbulles, de l'air dont on a au préalable saturé un débit d'eau qui traversera l'ouvrage. Cette aération permet de réduire le temps de passage dans cet ouvrage et empêche par le brassage qu'elle provoque toute sédimentation de matières lourdes.

e. les boues sont acheminées vers un silo de 40 m³ :

La fonction de cet ouvrage est d'épaissir les boues, de diminuer leur taux d'humidité afin de pouvoir les renvoyer, avec un degré de concentration satisfaisant.

Le liquide séparé des boues surnage et, par surverse dans une canalisation, rejoint la tête du circuit de traitement des eaux.

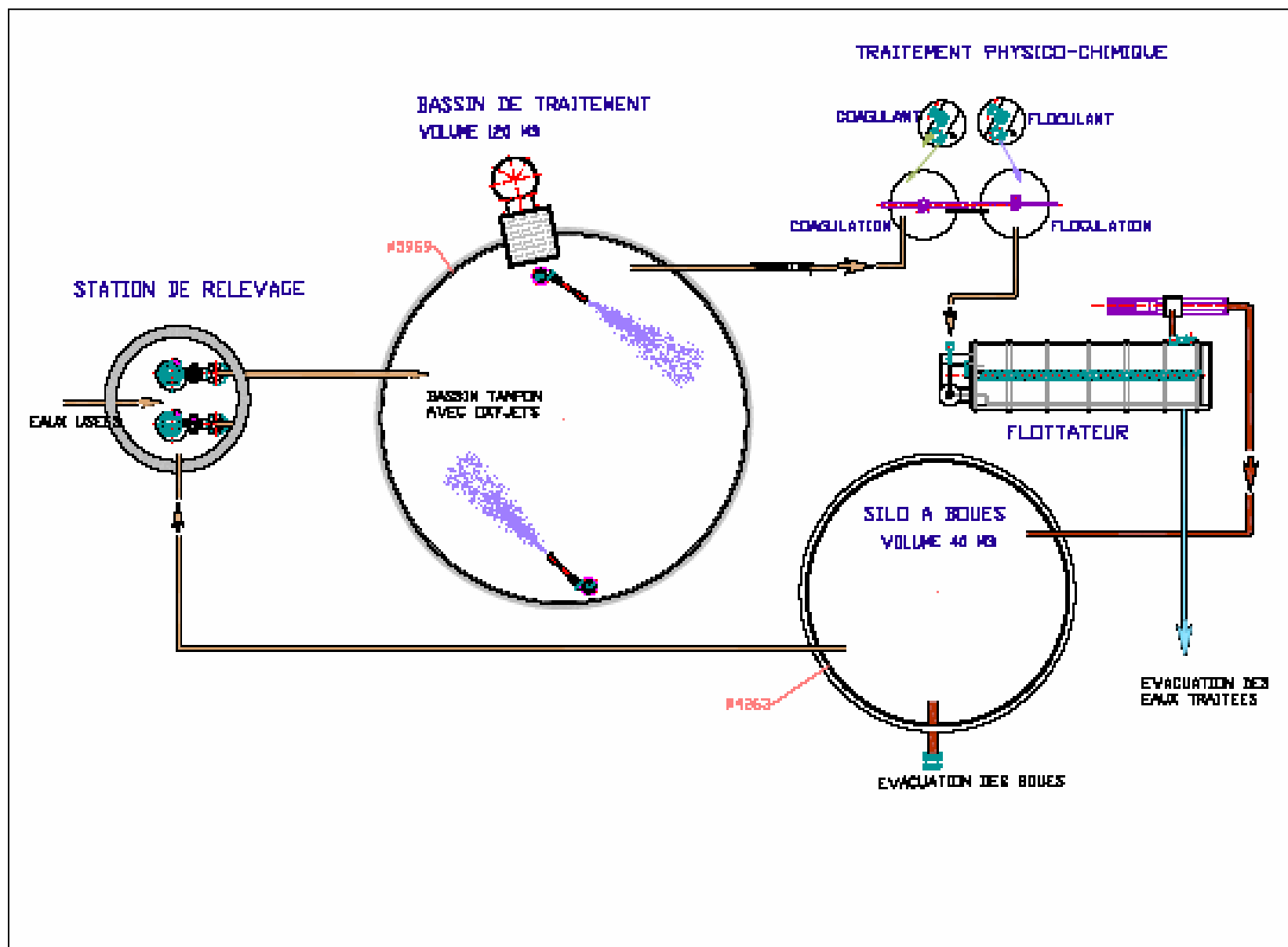


Schéma 2 : Station d'épuration physico-chimique des usées produites par une savonnerie [4]

Exemple 2

Il s'agit d'un traitement biologique composé de trois étages (figure 3):

Etage 1 : un bassin d'aération avec une flore bactérienne capable de dégrader les composés phénoliques toxiques et un décanteur pour extraire l'excédant en biomasse.

Etage 2 : un digesteur à lit de boue avec récupération de gaz.

Etage 3 : un bassin d'aération et un décanteur.

Le rendement du traitement biologique des effluents de savonnerie est de l'ordre de 90% pour les principaux paramètres de pollution : DBO, DCO et MES.

Traitement de la glycérine

L'eau glycinée à 14% est transformé en glycérine brute à 80% par évaporation sous vide. L'élimination des impuretés se fait par traitement avec un lait de chaux et l'oxalate d'ammonium.

Traitement des sous lessives de saponification

Les sous lessives exigent un traitement séparé, dans un bassin, ils subissent un refroidissement puis une décantation pour séparer les matières décantables

Traitement des eaux de lavage

Ces eaux sont riches en Zinc, ceux-ci sont éliminés par précipitation à la chaux.

Traitement des eaux de refroidissement et de condensation

Ces eaux sont riches en graisses, et elles sont traitées dans des séparateurs de graisses de dimensions appropriées.

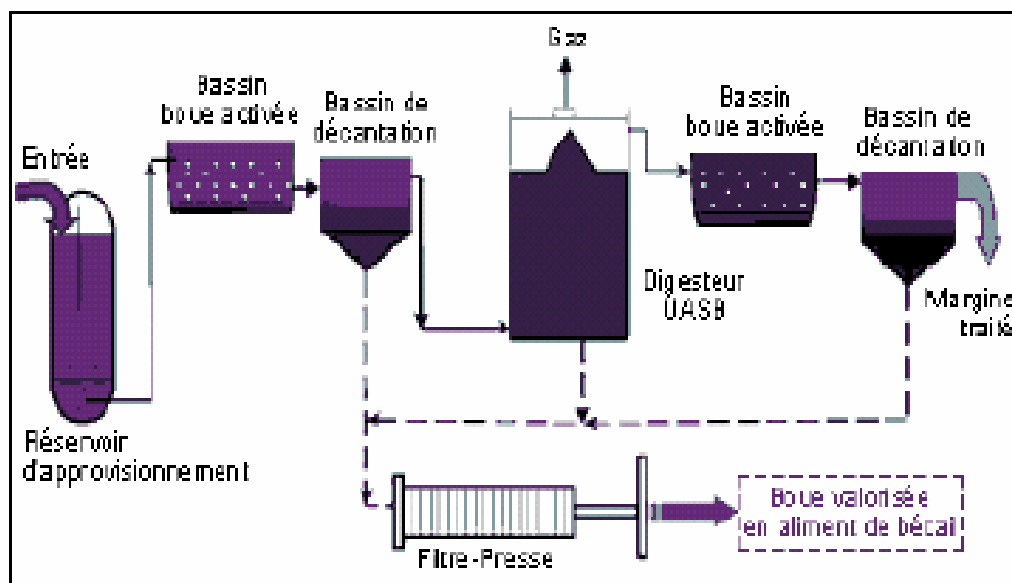


Figure 3 : Traitement biologique

7.2. Rendements épuratoires

Suite à la non disponibilité des données de performances épuratoires de tous les paramètres de pollution notamment celles du phosphore, on se limitera seulement à la présentation des taux d'abattement pour la DCO, la DBO₅ et l'azote total (tableau 9).

Tableau 9 : Rendement épuratoire

	Traitement physico chimique	Traitement biologique
DCO	58%	90
DBO₅	90%	92
MES		90
Azote total	100%	

8. Projets de valeurs limites de rejets (VLR)

8.1. VLR calculées sur base de technologies disponibles et des performances épuratoires

Les valeurs de paramètres de pollution utilisées pour le calcul des VLR proviennent d'une industrie marocaine et sont reprises du tableau 4. Il est supposé un traitement épuratoire par procédé biologique et le rendement épuratoire moyen, dans ce cas là, est de 90% pour les paramètres principaux (tableau 9). Les VLR calculés sont repris au tableau 10

Tableau 10 : VLR calculées sur base d'une industrie marocaine et comparaison avec les valeurs générales.

Paramètres	VLR calculées pour les conditions marocaines***	Valeurs limites générales – rejet direct Maroc
BOD	55	100
COD	175	500
pH		6.5-8.5
MES	25	50
Phénol		0,3

* Sur base des analyses disponibles et d'un rendement épuratoire de 90% pour DCO, DBO et MES

8.2. Références internationales des VLR

Généralement, les normes de rejet sont appliquées sur les paramètres de concentration des polluants dans les effluents. Aux USA, les VLR portent toujours sur les pollutions spécifiques exprimées en Kg de polluant par tonne de produit. Une autre caractéristique de la réglementation américaine réside dans la catégorisation du secteur industriel en multiples sous-catégories. Dans l'exemple de la fabrication du savon et détergent, il existe 19 sous-catégories listées de A à S (voir tableau 11). Pour chaque catégorie, des valeurs limites sont proposées pour différentes technologies :

- BPT (best practicable control technology currently available = Meilleure technologie utilisable disponible),
- BAT (best available technology economically achievable = Meilleure technologie disponible économiquement réalisable)

Le tableau 12 donne l'exemple de la sous-catégorie P « Fabrication de détergents liquides »

Tableau 11 : Sous-catégorisation de la production de savon et détergents.

Sous-catégorie	Type de fabrication
A	Fabrique de savon par cuvée
B	Fabrique d'acide gras par séparation de la graisse
C	Fabrique de savon par neutralisation des acides gras
D	Concentration de la glycérine
E	Distillation de la glycérine
F	Fabrication de Flocons de Savon et de poudre
G	Fabrication de Savons en barre
H	Fabrication de Savons Liquides
I	Sulfonation à l'oléum et sulfatation
J	Sulfatation Air-SO ₃ et Sulfonation
K	Dissolvant SO ₃ et Sulfonation à vide
L	Sulfatation à l'acide sulfaminique
M	Sulfatation à l'acide chlorosulfonique
N	Neutralisation d'acide sulfurique d'Esters et Acides Sulfoniques
O	Fabrication de détergent aérosol sec
P	Fabrication de détergents liquides
Q	Fabrication de détergents par mélange à sec
R	Fabrication de détergents au séchoir à cylindre
S	Fabrication de détergents en barres et en gâteaux

Tableau 12 : guide pour la limitation des effluents en fonction des technologies utilisées – Cas de la sous-catégorie P (Kg de polluant par tonne de produit)

	BPT		BAT	
	Max observé en 1 jour	Moyenne des valeurs journalières sur 30 jours consécutifs	Max observé en 1 jour	Moyenne des valeurs journalières sur 30 jours consécutifs
BDO	0,6	0,2	0,1	0,05
DCO	1,8	0,6	0,44	0,22
MES	0,015	0,005	0,01	0,005
Surfactants	0,39	0,13	0,1	0,05
Huiles et graisses	0,015	0,005	0,01	0,005

Le tableau 13 reprend quelques références internationales de VLR basées sur des polluants exprimés en mg/l.

Le tableau 13 : Quelques VLR internationaux

Paramètres	Népal mg/l, Max	Belgique mg/l**
BOD	100	
COD	250	750
COD/BOD		<15*
pH	6.0 - 9.0	6.5 – 9.5
MES	200	
Huile et graisse	10	
Phénol	1	

* le rapport entre la DCO et la DBO des eaux déversées, ne peut en principe dépasser 15. Si la valeur dépasse 15, la demande chimique d'oxygène des eaux déversées ne peut dépasser la teneur correspondant à 2,4 kg par tonne de produits fabriqués (en moyenne sur 24 heures).

** Les conditions de déversement sont fixées en fonction du volume spécifique de référence de l'effluent de 1 m³ par t de produit fabriqué.

8.3 Synthèse : VLR proposées

Sur base des données disponibles, on peut proposer des VLR rapportées au tableau 13. 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. D'autres VLR générales sont reprises en annexe 1.

Tableau 14 : Synthèse des VLR et VLR proposées

Paramètres	Népal mg/litre, Max	Belgique mg/l**	VLR calculées pour les conditions marocaines***	Valeurs limites générales – rejet direct Maroc	VLR proposées
BOD	100		55	100	100
COD	250	750	175	500	500
COD/BOD		<15*			
pH	6.0 - 9.0	6.5 – 9.5		6.5-8.5	6.5 – 9.5
MES	200		25	50	50
Huile et graisse	10				
Phénol	1			0,3	

* le rapport entre la DCO et la DBO des eaux déversées, ne peut en principe dépasser 15. Si la valeur dépasse 15, la demande chimique d'oxygène des eaux déversées ne peut dépasser la teneur correspondant à 2,4 kg par tonne de produits fabriqués (en moyenne sur 24 heures).

** Les conditions de déversement sont fixées en fonction du volume spécifique de référence de l'effluent de 1 m³ par t de produit fabriqué.

***Sur base des analyses disponibles et d'un rendement épuratoire de 90% pour DCO, DBO et MES.

10. Economie d'eau et Technologies propres

En absence d'information provenant des industries marocaines de la fabrication de détergents et de savons, nous appuierons nos propositions sur la recherche bibliographique d'une manière générale pour présenter des améliorations possibles permettant de mieux utiliser de l'eau dans le processus de fabrication et de réduire la charge polluante de l'eau.

Pour les savonneries :

- En cas des eaux résiduaires ne présentant pas de pollution ou n'ayant qu'une pollution minimale, comme en particulier les eaux de refroidissement et de condensation, doivent être évacuées séparément, ou mieux, réunies aux autres eaux résiduaires de fabrication, après l'installation de clarification et de compensation.
- Les eaux chargées dont les constituants organiques étrangers se composent essentiellement de glycérine, de composés d'albumines et d'acides gras, peuvent être épurées biologiquement, après dilution convenable. Les eaux de refroidissement conviennent fort bien pour la dilution.
- Les quantités d'azote et de phosphore nécessaires pour la dégradation biologique peuvent être introduites dans l'épuration biologique, en faisant intervenir les eaux usées de toilettes et sanitaires.

Pour la fabrication de détergents :

- la séparation des eaux usées en eaux de refroidissement et de condensation, d'une part, et en effluents industriels fortement pollués, d'autre part, devrait en général être indiquée, car l'épuration peut alors s'effectuer, d'ordinaire, de manière beaucoup plus efficace, et les dépenses pour installations de traitement peuvent être maintenues dans des limites beaucoup moins élevées.
- Pour le rejet en rivière, il faut tenir compte de la tendance, souvent prononcée, qu'ont les eaux résiduaires à former des mousses. Les chutes de grande hauteur, qui favorisent la formation des mousses, sont à éviter. A la surface de l'émissaire, avant l'ouvrage déversoir, on peut retenir les mousses au moyen de poutres flottantes, et les désagréger par pulvérisation.

Références bibliographiques

- 1) DGRNE, 2003. *Guide méthodologique pour l'évaluation des incidences sur l'environnement : savons et détergents*. Liège. 41 p.
- 2) Meinck F. , Stooff H. , Kohlschütter H., traduit par Gasser A., *les eaux résiduaires industrielles (4^{ème} édition)*, Masson, Paris, 1977. pp : 304 – 315.
- 3) Mayolle E., 1962. *Les industries du savon et des détergents*. Presses universitaires de France, Paris. 125 p.
- 4) Document folder de la société **Hydranet**, France.
- 5) EPER (European Polluant Emission Register)
- 6) http://www.eper.cec.eu.int/eper/Emissions_Source_category.asp? Le 21/11/2005.
- 7) Wallex, la base de données juridique de la Région Wallonne.
- 8) [http : // wallex.wallonnie.be/indexMain.html](http://wallex.wallonnie.be/indexMain.html). le 15/12/2005.
- 9) 7. U.S. Environmental protection Agency : <http://epa.gov/guide/> le 15/12/2005.
- 10) JAOUHER Touria : 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. Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau. MATEE, Janvier 2005, 454 pages.
- 11) SEEn/FODEP - 2002. Etude sectorielle sur la pollution industrielle : description de la dérivation des ratios de pollution industrielle.
- 12) MATE – Secrétariat d'Etat Chargé de l'Environnement. Audit Environnemental - Etude pilote de la dépollution industrielle de l'axe Mohamedia-Casablanca. Avril 1998, 31 pages.

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