



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Traitement des rejets du laboratoire d'analyse OCP

Présenté par :

◆ Laghmam karim

Encadré par :

◆ Mr ASSI hassan

◆ Pr. BOUAYAD abdessalam

Soutenu Le 16 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr. BOUAYAD abdessalam

- Pr .BOUAYAD abdelouhed

- Pr . KANDARI youssef

Stage effectué à OCP Khouribga

Année Universitaire 2014 / 2015

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>

DEDICACE DEDICACE

Je dédie ce travail :

A mes parents

*A ceux qui ont attendus avec patience les fruits de leur bonne éducation
ma mère et mon père*

*Nulle dédicace n'est susceptible de vous exprimer ma profonde
reconnaissance. Puisse dieu vous prêter bonne santé et longue vie afin que je
puisse à mon tour, vous combler.*

A mes enseignants

Aucune dédicace n'est en mesure pour vous remercier.

A mes amis

A tous mes chères amies, pour tous les moments que nous avons partagés.

Remerciement

Je tiens à remercier non seulement comme devoir mais par grand respect et gratitude profonde à :

Mr Bouayad abdessalam mon encadrant au sein de FST FES.

Remercie également Mr bouayad abdelouhed et Mr kandri youssef de bien vouloir accorder leur précieux temps à juger mon travail.

Mes sincères reconnaissances également à tous mes enseignants qui ont contribuaient à ma formation durant ma carrière scolaire. J'exprime mes respectueux dévouements à toute l'équipe professorale de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès pour la qualité de l'enseignement qui nous a été dispensé.

Mr ASII hassan responsable du laboratoire physicochimique qui fait un grand effort pour m'aider, d'avoir dirigé et inspiré ce stage.

En fin, je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce rapport de stage.

Listes des tableaux et des figures

Figure	page	Tableaux	Page
montage expérimentale de la dissolution du gaz.	15	les différentes qualités sources des phosphates	09
papier et plastique produit par laboratoire	16	calcule du volume de dioxyde de Carbone quotidiennement émise par la salle d'attaque.	11
la mise en solution	17	calcule du volume de trioxyde de soufre quotidiennement émise par la salle d'attaque.	14
le verre borosilicaté produit par laboratoire	17	calcule du volume de dioxyde de soufre quotidiennement émise par la salle d'attaque.	15
colonne échangeuse d'ions	24	calcule du volume de fluorure d'hydrogène quotidiennement émise par la salle d'attaque.	16
les étapes de la saturation d'une résine	25	calculs concernent le rejet liquide	18
montage expérimentale de la neutralisation du rejet	26	Les quantités de gaz émettent par le laboratoire la concentration Maximum admissible	18
Schéma d'une fosse de neutralisation	28	la concentration Maximum admissible	23
		la masse nécessaire pour neutralisé un échantillon du rejet par plusieurs produite	26

LISTE DES ABREVIATIONS

OCP : office chérifien du phosphate

BET : Brunauer–Emmett–Teller

M.E.A : Merah El Harech

BPL : bonne phosphate of lime

Q : débit volumique

SOMMAIRE

<u>I-Introduction</u>	7
<u>II- Présentation de l'OCP</u>	8
<u>1-Le groupe OCP</u>	8
<u>a-Généralité sur les phosphates</u>	8
<u>b- Différentes types des phosphates</u>	8
<u>2-La mission de l'OCP</u>	9
<u>3-Présentation du Laboratoire</u>	9
<u>III- Traitement des rejets</u>	11
<u>1-Quantification des rejets</u>	11
<u>a-Les gaz</u>	11
<u>b- les solides</u>	16
<u>c- Les liquides</u>	17
<u>2-Effets du rejet</u>	17
<u>3-méthode de traitement</u>	19
<u>a-Les gaz</u>	19
<u>b- Les solides</u>	20
<u>c- Les liquides</u>	22
i-Résine échangeuse d'ions.....	23
ii-La neutralisation.....	25
<u>Conclusion</u>	29

I-Introduction

Dans le cadre de la complémentarité entre la Faculté des Sciences et Techniques de Fès et les différents établissements industriels, un stage pratique a été effectué au groupe OCP à la division Merah El Harech au sein du Laboratoire de contrôle qualité à Khouribga.

Ce stage a pour but essentiel d'approfondir mes connaissances qui m'ont été prodiguées par cette faculté, valoriser mon apprentissage pour qu'il soit mis à niveau, voire l'impact des rejets chimique sur l'environnement, et aussi pour valoriser les meilleures méthodes du traitement en respectant la norme ISO 14001.

Et dans ce sens j'ai suivi les démarches suivantes :

- i. Quantifié tous les rejets du laboratoire.
- ii. Etudie l'effet de ces rejets sur l'environnement.
- iii. Traitement possibles de ces rejets.

II- Présentation de l'OCP

1-Le groupe OCP

❖ Création	: 7 août 1920
❖ Direction	: Mostafa TERRAB (PDG)
❖ Activité	: Mines
❖ Produits	: Phosphate
❖ Effectif	: 18 000
❖ Chiffre d'affaires	: 5 milliards d'euros (2011)

a-Généralité sur les phosphates

Le phosphate est le résultat de la décomposition des matières organiques, et généralement la décomposition d'ossements des poissons, qui ont été abandonnés par des océans, et les mers pendant des millions d'années. Il sont utilisées essentiellement dans la fabrication des engrais permettant l'enrichissement des sols.

Un minerai de phosphate se compose en général de trois parties à savoir :

- le phosphate pur.
- le stérile (tout corps solide contenu dans le minerai autre que phosphate pur).
- l'eau.

b- Différentes types des phosphates

Les gisements Marocains contiennent plusieurs types de phosphate :

- Phosphate à teneur en BPL supérieur à 72% qui ne subit en général aucune opération de traitement sauf le criblage pour éliminer les grosses pierres (les stériles) et le séchage pour éliminer l'humidité.
- Phosphate à teneur en BPL inférieur à 72% qui contient beaucoup d'impuretés, pour les enrichir il subit les opérations suivantes :
 - ✓ Criblage pour éliminer les stériles.
 - ✓ Lavage à l'eau pour éliminer les argiles.
 - ✓ Séchage pour éliminer l'eau de lavage.

Les qualités des phosphates extraites au niveau de l'OCP sont définies par le pourcentage en BPL (bonne phosphate of lime) (phosphate à base de calcium)

Tableau 1 : les différentes qualités sources des phosphates

<i>Qualités sources</i>	<i>% BPL</i>
Super haute teneur	<i>BPL > 75</i>
Très haute teneur	<i>73 < BPL < 75</i>
Haute teneur normale	<i>71.5 < BPL < 73</i>
Haute teneur moyenne	<i>69.5 < BPL < 71.5</i>
Moyenne teneur	<i>68 < BPL < 69.5</i>
Basse teneur	<i>61 < BPL < 68</i>

2-La mission de l'OCP

La mission de l'OCP peut être résumée dans ses trois points suivants :

Extraction du minerai de phosphate : La qualité du minerai de phosphate se mesure en teneur en P_2O_5 . Après extraction, la roche est traitée pour en accroître la teneur en phosphore (opérations d'enrichissement) avant d'être convertie en acide phosphorique. Une tonne de phosphate contient, en moyenne 0,32 tonne de P_2O_5

Production de l'acide phosphorique : Produit intermédiaire entre le minerai et les engrais, l'acide phosphorique est en fait le fruit d'un enrichissement de la roche à 52 % en P_2O_5 (obtenu par réaction de l'acide sulfurique H_2SO_4 sur l'apatite)



Synthèse des engrais phosphatés : Ils sont le fruit d'une transformation de l'acide phosphorique.

3-Présentation du Laboratoire

Le rôle essentiel du laboratoire de Khouribga est le contrôle de la qualité des phosphates en effectuant des analyses physico-chimiques de : (CO_2 , H_2O , CaO , SiO_2 , BPL, CaF_2 , les éléments en trace, viscosité ...)

Le but de cette opération est de vérifier que la qualité du phosphate répond bien aux spécifications du cahier de charge de la clientèle avant sa livraison. Et aussi pour contrôler l'efficacité du traitement, on prend un échantillon à l'entrée de la flottation et un autre à la sortie.

➤ Description du Laboratoire

Le laboratoire est constitué des salles suivantes :

➤ Salle de préparation des échantillons de phosphate

C'est le lieu de la préparation (Criblage, Etuvage, Quartage) des échantillons pour l'analyse.

➤ Salle de broyage

Les appareils disponibles dans cette salle sont :

- Four à moufle.
- Broyeur à disque.

➤ Salle de balance

Les appareils disponibles dans cette salle sont :

- 2 Balances de précision.
- Dessiccateurs à gel de silice.
- Dessiccateur infrarouge.

➤ Deux Salles des appareils de mesures

Les appareils disponibles sont :

- Spectrophotomètre UV-visible.
- Auto analyseur de spectrophotométrie Technicon.
- Appareil de spectrométrie d'absorption atomique (SAA).

➤ Salle d'attaque

Dans cette salle se fait l'attaque du phosphate soit par l'acide perchlorique (HClO_4) pour la détermination du BPL, soit par l'acide chlorhydrique pour la détermination de la silice dans l'échantillon du phosphate.

➤ Salle d'analyse

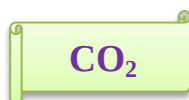
Les analyses effectuées dans cette salle ont pour objectif la détermination de la teneur des éléments chimiques dans le phosphate tel que CO_2 , BPL, SiO_2 , CaO , CaF_2 , MgO , SO_3 , Fe_2O_3 , MgO etc.

III- Traitement des rejets

1- Quantification des rejets

a- Les gaz

Dans cette partie on se focalise sur les gaz les plus dangereux et nocif sur la santé humain et l'environnement (CO_2 , SO_3 , SO_2 , NO_2 , HF)



Le CO_2 émis par deux sources :

➤ La 1^{ère} source : c'est la salle d'attaque, elle génère une quantité du CO_2 qui provient uniquement de l'attaque du CaCO_3 par l'acide.



Si on néglige les éléments de trace existant dans le phosphate brute ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaF_2 , CaCO_3), on trouve que CO_2 représente 9,02% (représente 0.0902g de CO_2 par gramme du phosphate brute), cette valeur se confonde avec la moyenne des valeurs expérimentaux.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,0902}{44} = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \longrightarrow V_{\text{CO}_2} = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$= 2,05 \cdot 10^{-3} \cdot 24,44$$

$$= 0,05\text{L}$$

Donc on trouve que chaque gramme du phosphate génère 0.05L de CO_2 .

Tableau2 : calcul du volume de dioxyde de Carbone quotidiennement émis par la salle d'attaque.

Analyse	V_{CO_2} émis /échantillon (L)	Nombre Moyenne d'échantillon / h	V (CO_2) émis par analyse/ heure (L/h)
BPL	0,05	22,08	1,10
Fe_2O_3	0,05	1,05	0,05
Al_2O_3	0,05	1,05	0,05
MgO	0,05	2,15	0,11
Na_2O	0,05	0,47	0,02
K_2O	0,05	0,47	0,02
Cd	0,05	0,36	0,02
SO_3	0,25	0,23	0,06
SiO_2	0,15	16,03	2,40
CO_2	0,05	11,75	0,59

➤ La 2^{ème} source de l'émission de CO₂ dans laboratoire d'analyse c'est la salle d'absorption atomique qui utilise 2 combustibles l'Acétylène et le protoxyde d'azote.

Au moyenne l'appareil d'absorption atomique consomme 50g d'acétylène par heure.

La combustion de l'acétylène se simplifie par la réaction suivante :

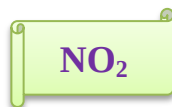


$$\begin{aligned} V_{\text{CO}_2} &= 2n(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot V_m \\ &= 2 \cdot \frac{50}{26} \cdot 24,44 = 94 \text{ L / h} \end{aligned}$$

➤ Résultat

La Salle d'analyse produite au moyenne $Q_{\text{CO}_2} = 4,44 \text{ L/h}$

La salle d'adsorption atomique produite $Q_{\text{CO}_2} = 94 \text{ L/h}$



Le NO₂ provienne essentiellement de la combustion du protoxyde d'azote (8,33 g / h)
N₂O, aussi appelé "gaz hilarant", possède des propriétés comburantes. Du fait de sa teneur en oxygène plus élevée que l'air (36,36%).

La réaction de combustion du protoxyde d'azote-acétylène se simplifie par la réaction suivante :



N₂ produite subit une oxydation brutale dans ces conditions (haut température) selon la réaction suivante :



Donc le volume de NO₂ produite :

$$\begin{aligned} V_{\text{NO}_2} &= n_{\text{NO}_2} \cdot V_m \\ &= 2n_{\text{N}_2} \cdot V_m \\ &= 2n_{\text{N}_2\text{O}} \cdot V_m = 2 \cdot \frac{8,33}{44} \cdot 24,44 \\ &= 9,25 \text{ L} \end{aligned}$$

➤ Résultat

La salle d'absorption atomique produite $Q_{\text{NO}_2} = 9,25 \text{ L/h}$

NB : Pour quantifier SO_3 , SO_2 et HF on a réalisés un simple montage expérimental. (La méthode de Franz Paul).

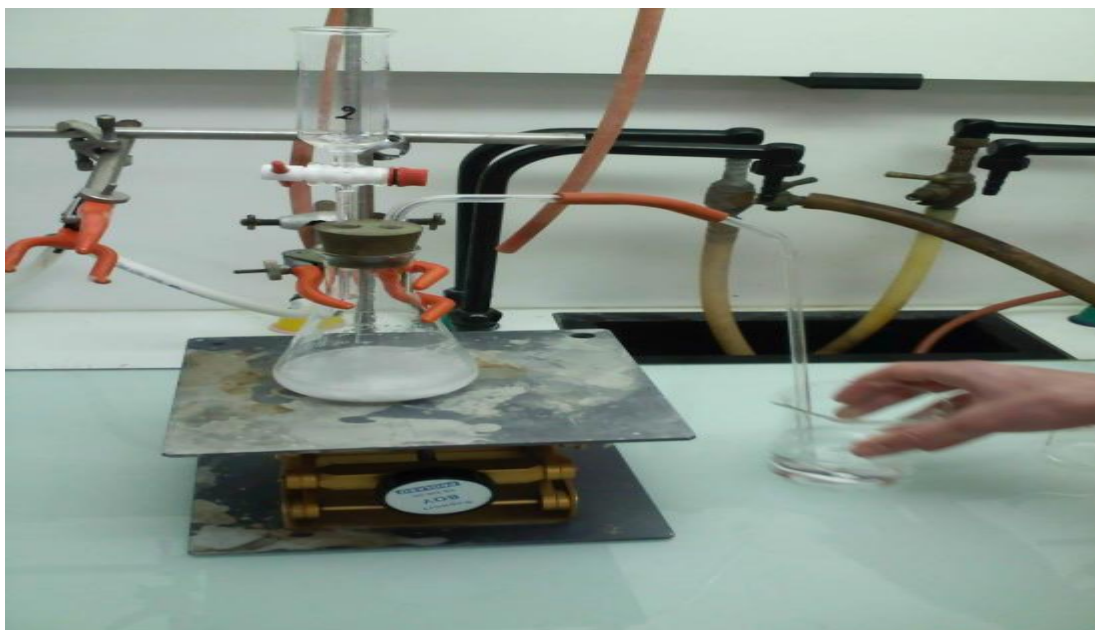
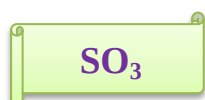


Figure1 : montage expérimentale de la dissolution du gaz.



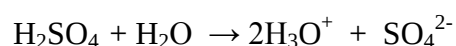
Chaque analyse produite une quantité de SO_3

1-On dissout la fumée produit par l'analyse dans l'eau distillée.

2-Le Trioxyde de soufre dissout dans l'eau, selon la réaction:



3- H_2SO_4 à son tour réagit avec l'eau Et aboutit à la formation des ions sulfate SO_4^{2-} selon la réaction suivante:



4-On a précipité les ions sulfate SO_4^{2-} par le chlorure de Barium dihydraté



5-Après la calcination ($950^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$) l'oxyde de s'échappe.



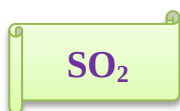
6-On pèse le précipiter et on obtient les résultats suivants :

Tableau3 : calcul du volume de trioxyde de soufre quotidiennement émis par la salle d'attaque.

Analyse	m (g)	n_{SO_3} (mol)	V_{SO_3} émis /échantillon (L)	Nombre moyenne d'échantillon / h	V_{SO_3} émis par analyse/ heurs (L/h)
BPL	0,028125	0,000121	0,002939	22,08	0,065
Fe_2O_3	0,028125	0,000121	0,002939	1,05	0,003
Al_2O_3	0,028125	0,000121	0,002939	1,05	0,003
MgO	0,028125	0,000121	0,002939	2,15	0,006
Na_2O	0,028125	0,000121	0,002939	0,47	0,001
K_2O	0,028125	0,000121	0,002939	0,47	0,001
Cd	0,063875	0,000274	0,006675	0,36	0,002
SO_3	0,069	0,000296	0,007211	0,23	0,002
SiO_2	0,051625	0,000222	0,005395	16,03	0,086
CO_2	0,0125	0,000054	0,001306	11,75	0,015

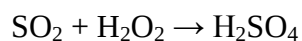
➤ Résultat

La Salle d'analyse produite au moyenne $Q_{\text{SO}_3} = 0,19\text{L/h}$



Chaque analyse produit une quantité de SO_2 .

1-On a dissout la fumée produite par l'analyse dans l'eau oxygénée. Le dioxyde de soufre dissout dans l'eau oxygénée réagit selon la réaction suivante :



2-Puis on a dosé H_2SO_4 par NaOH (0.1N) en présence de l'indicateur colorée

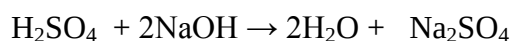


Tableau 4 : calcule du volume de dioxyde de soufre quotidiennement émis par la salle d'attaque.

Analyse	V _{NaOH} versée (L)	n (SO ₂) (mol)	V(SO ₂) émis /échantillon (L)	Nombre moyenne d'analyse / heure	V(SO ₂) émis par analyse/ heure (L/h)
BPL	3,16 10⁻³	1,58 10⁻⁴	3,85 10⁻³	22,08	0,85 10⁻¹
Fe ₂ O ₃	3,16 10⁻³	1,58 10⁻⁴	3,85 10⁻³	1,05	0,41 10⁻²
Al ₂ O ₃	3,16 10⁻³	1,58 10⁻⁴	3,85 10⁻³	1,05	0,41 10⁻²
MgO	3,16 10⁻³	1,58 10⁻⁴	3,85 10⁻³	2,15	0,83 10⁻²
Na ₂ O	3,16 10⁻³	1,58 10⁻⁴	3,85 10⁻³	0,47	1,79 10⁻³
K ₂ O	3,16 10⁻³	1,58 10⁻⁴	3,85 10⁻³	0,47	1,79 10⁻³
Cd	7,19 10⁻³	3,59 10⁻⁴	8,75 10⁻³	0,36	0,31 10⁻²
SO ₃	7,76 10⁻³	3,88 10⁻⁴	9,45 10⁻³	0,23	2,2 10⁻³
SiO ₂	5,82 10⁻³	2,91 10⁻⁴	7,08 10⁻³	16,03	1,14 10⁻¹
CO ₂	1,49 10⁻³	7,47 10⁻⁵	1,82 10⁻³	11,75	2,14 10⁻²

➤ Résultat

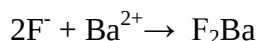
Salle d'analyse produite au moyenne $Q_{SO_2} = 0,25L/h$



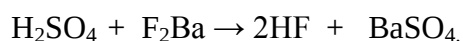
Chaque analyse produite une quantité de HF.

1-On dissout la fumée produite par l'analyse dans l'eau qui contient les ions Ba²⁺ a pour but d'emprisonner Le fluorure d'hydrogène émis.

2-Le fluorure d'hydrogène dissout dans l'eau réagit selon la réaction suivante :



3-Puis on a ajouté H₂SO₄ , pour obtenir le fluorure d'hydrogène.



4-On a filtré la solution, Puis on a mes 25 ml du filtrat avec 25ml du citrate trisodique. Puis on lit directement la concentration du F⁻ sur l'ionomètre.

Les résultats présentés comme suite :

Tableau 5 : calcul de volume de fluorure d'hydrogène quotidiennement émis par la salle d'attaque

Analyse	C (mg/l)	C (mol/l)	n_{HF} (mol)	V_{HF} (L)	Nombre moyenne d'analyse/ heures	V_{HF} émis /analyse/h (L/h)
BPL	4,78	0,00025158	$7,54737 \cdot 10^{-5}$	0,00183778	22,08	0,04
Fe ₂ O ₃	4,78	0,00025158	$7,54737 \cdot 10^{-5}$	0,00183778	1,05	0,002
Al ₂ O ₃	4,78	0,00025158	$7,54737 \cdot 10^{-5}$	0,00183778	1,05	0,002
MgO	4,78	0,00025158	$7,54737 \cdot 10^{-5}$	0,00183778	2,15	0,00075
Na ₂ O	4,78	0,00025158	$7,54737 \cdot 10^{-5}$	0,00183778	0,47	0,00075
K ₂ O	4,78	0,00025158	$7,54737 \cdot 10^{-5}$	0,00183778	0,47	0,00075
Cd	9,07	0,00047737	0,000143211	0,00348718	0,36	0,0013
SO ₃	22,9	0,00120526	0,000361579	0,00880445	0,23	0,002
SiO ₂	13,95	0,00073421	0,000220263	0,00536341	16,03	0,086
CO ₂	3,87	0,00020368	$6,1105 \cdot 10^{-5}$	0,00148791	11,75	0,018

➤ Résultat

La Salle d'analyse produite au moyenne $Q_{HF} = 0.16$ L/h.

b- les solides

D'une quantité faible le laboratoire d'analyse physico-chimique produit des solides représenté par les poussières, les papiers, les verres cassés, plastique d'emballage.

i-Les papiers et plastiques

Laboratoire d'analyse physicochimique produit quotidiennement une quantité inférieure à 0.85 Kg du papiers et plastique, issus des sources suivantes:

- papier filtre ordinaire.
- papier kraft issus des emballages primaire, secondaire et tertiaire des produits utilisée (papier filtre, Verrerie de laboratoire, produite chimiqueetc.
- le plastique provienne essentiellement des emballages, Les bouteilles, flacons, Et les gants.



Figure 2 : papier et plastique produit par laboratoire

ii - La poussière

La poussière est constituée des débris fins, assez légers pour être mis en suspension dans l'air, ou plus généralement, de matériaux particuliers d'une taille de $1\mu\text{m}$ à 1mm , leur vitesse de sédimentation est presque nulle (de l'ordre 10^{-3} m/s).

La poussière dans laboratoire, produite pendant le broyage de l'échantillon à la salle du broyage.

iii-Verrerie cassé

Laboratoire d'analyse physicochimique produit au moyenne 0,48 kg du Verrerie cassé quotidiennement.



Figure 3 : le verre borosilicaté produit par le laboratoire

c- Les liquides

La seule source des rejets liquide qui existe est la mise en solution effectuée pendant l'analyse.



Figure 4 : la mise en solution

Dans ce rejet les métaux lourds (le cadmium par exemple est au voisinage de $7.29 \cdot 10^{-9}$ mol /L) par ce que il provienne seulement de l'attaque du phosphate brute.

Les autres métaux lourds (Hg, Zn.....) n'existent pas dans le rejet.
Les résultats sont présentés selon le tableau suivant :

Tableau 6 : calculs concernant le rejet liquide

Analyse	pH du rejet liquide	Volume d'échantillon liquide (L)	n_{H^+} dans le rejet liquide (mol)	n_{H^+} du rejet gazeux après le lavage (mol)	Nombre moyenne d'échantillon/ h	n_{H^+} émis /analyse (mol)	Volume émis /h (L/h)
BPL	0,94	0,5	0,0574	$1,51 \cdot 10^{-7}$	22,08	1,27	11,04
Fe ₂ O ₃	0,94	0,5	0,0574	$1,51 \cdot 10^{-7}$	1,05	0,06	0,53
Al ₂ O ₃	0,94	0,5	0,0574	$1,51 \cdot 10^{-7}$	1,05	0,06	0,53
MgO	0,94	0,5	0,0574	$1,51 \cdot 10^{-7}$	2,15	0,13	1,08
Na ₂ O	0,94	0,5	0,0574	$1,51 \cdot 10^{-7}$	0,47	0,03	0,23
K ₂ O	0,94	0,5	0,0574	$1,51 \cdot 10^{-7}$	0,47	0,03	0,23
Cd	0,39	0,1	0,0407	$3,65 \cdot 10^{-7}$	0,36	0,02	0,04
SO ₃	1,26	0,3	0,0165	$1,13 \cdot 10^{-7}$	0,23	0,01	0,07
SiO ₂	0,89	0,3	0,0386	$4,74 \cdot 10^{-7}$	16,03	0,62	4,81
CO ₂	1,23	0,075	0,0044	$1,58 \cdot 10^{-8}$	11,75	0,05	0,88

➤ Résultats

- Le nombre de mole totale des ions H^+ émis par heurs est 2,28 mol
- Volume totale du rejet par heurs 51,81L
- pH du rejet 1,35

➤ Conclusion

La salle d'absorption atomique produit les gaz polluant d'air d'une façon majoritaire.

Tableau 7: Les quantités de gaz émettent par le laboratoire

Le gaz	La quantité émis (L / h)
CO ₂	98,44
NO ₂	9,25
SO ₃	0,19
SO ₂	0,25
HF	0,16

- La mise en solution effectuée pendant les analyses produits 51,81 L/h des rejets liquides riches en ions H⁺ (pH=1,35).
- Laboratoire d'analyse produit au moyenne 0.48 kg du Verrerie cassé quotidiennement.
- Laboratoire d'analyse produit quotidiennement une quantité inférieure à 0.85 Kg du papiers et plastique.

2-Effets du rejet

- Les effluents gazeux produits par le laboratoire sont très faibles et ne constituent aucun risque sur l'environnement vue la taille du laboratoire, mais ils ont un l'effet nocif sur la santé des chimistes.
- Les effluents liquides sont très acide et ont un effet acidifiant-corrosif (pH=1.35) ils détruisent les équilibres des écosystèmes.
- La concentration des métaux lourds contenus dans le rejet liquide et de l'ordre de 10⁻⁹ mol/l
- Les papiers : sont contaminés par les produits chimiques. il faut les traiter par ce qu'ils ont un effet acidifiant sur le milieu récepteur (effet proportionnelle à la quantité rejeté).
- Les plastiques : sont non-dégradable et contaminés par des produits chimiques. il faut les traiter par ce qu'ils ont un effet acidifiant-toxique sur le milieu récepteur.
- Les poussières produites par laboratoire sont très faibles et ne construite aucune risque sur l'environnement vu la taille du laboratoire, mais ils ont un double impacte sur la santé humain, un impact direct (allergie cutanée, problèmes respiratoires.....) Et un impact

indirect du fait de l'association poussière-polluant (les gaz toxique s'adsorbant sur les particules de la poussière).

3-méthode de traitement

a-Les gaz

Parmi les méthodes les plus connue pour le traitement du gaz on trouve :

- **les purificateurs d'air par adsorption** : on utilise les adsorbants industriels qui se caractérisent par une grande surface spécifique, et ils sont capables d'accumulés le gaz sur leurs surfaces, selon la loi de **BET** (adsorption multicouche).
- **les purificateurs d'air par filtration** : on utilise des filtres spécifiques.
- **les purificateurs d'air par plasma** : La purification d'air par plasma froid est une technologie qui propulse dans l'appareil purificateur de l'air sous sa forme plasma. Sous cette forme, les radicaux libres de l'air oxydent et détruisent facilement les particules nocives.
- **lavage des gaz par l'eau pulvérisé** : (pluie) pour augmenter la surface de rencontre eau-polluant.
- **Conclusion**

La plus part des gaz produits par la salle d'attaque et la salle d'adsorption atomique, ont une bonne solubilité dans l'eau, par exemple les acides, les oxydes et les peroxydes.

Exemple: Le dioxyde de carbone a une bonne solubilité dans l'eau à 20 °C : 88 ml/100 ml
Ou ils réagissent avec l'eau.



Donc le lavage par l'eau pulvérisé et la meilleure méthode vue qu'elle efficace, moins cher et simple technologie.

b- Les solides

i-Les papiers et plastiques

- **L'incinération** : est une technique de transformation par l'action du feu, c'est une réaction chimique totale produit l'énergie, à partir des déchets non- désirable.

- **Le recyclage** : permet de réutiliser plusieurs fois les fibres de cellulose constituant du papier et les polymères constituant du plastique

➤ Conclusion

- ✓ L'utilisation du produit recyclé diminue de 80% à 90% la consommation d'énergie par rapport à la production des produits vierges.
- ✓ Vu que la quantité produite quotidiennement par laboratoire est faible et la technologie de l'incinération besoins au minimum à :

- 1- un four (lieu de la combustion du déchet),
- 2-une chaudière pour récupérer l'énergie.
- 3- Autre matérielle, turbine, compresseur, condenseur...
- 4-il produit les gaz polluants d'air.

On conclut que le recyclage est efficace, performant et respecte les normes environnementale.

ii-Les verreries du laboratoire

Vu que :

- ✓ Le verre est recyclable à 100 % et à l'infini
- ✓ Le prix du verre borosilicaté utilisé au laboratoire est élevé.

Le recyclage est bénéfique pour le laboratoire et l'environnement.

➤ Recycler le verre permet

- ✓ **d'économiser de l'énergie**, Une augmentation de 10% de verre recyclé en remplacement de matières premières vierges permet une économie d'énergie de 3%, parce que l'addition du grosil diminue la température de fusion.
- ✓ **de limiter le rejet de CO₂**, Une tonne de verre recyclé économise plus de 500 kg de CO₂.
- ✓ **d'optimiser la logistique** et donc **d'éliminer le prix du transport**. Les sociétés qui s'intéressent viennent pour prendre les débris de verre.
- ✓ **de valoriser au maximum le verre** en évitant sa mise en décharge ou son incinération.

iii -Les poussières

Parmi les méthodes les plus utilisées dans le but de diminuer les émissions des poussières dans les industries on site :

- **Les filtres à manches** : sont des filtres employés dans la filtration industrielle. Ils font partie des techniques d'assainissement particulière de l'air ambiant en milieu industriel. Ils sont l'un des moyens les plus performants de séparer les poussières transportées par une veine d'air, collectée dans un conduit.
- **L'électrofiltre** : a pour fonction de capter les poussières. Cette opération est effectuée à l'aide de panneaux métalliques placés sous haute tension électrique. Les poussières sont alors fixées sur les panneaux métalliques par un phénomène électrostatique.

➤ Conclusion

Pour toutes ces raisons le recyclage reste comme une moyenne facile, efficace et performant.

c- Les liquides

Le traitement des effluents liquides varie selon la composition en éléments nocifs contenue dans le rejet.

Par exemple :

✓ Les déchets chimiques non-toxiques

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses ne contenant aucun constituant toxique par exemple, les solutions contenant : des ions sodium, potassium, calcium des ions chlorure, bromure, iodure des ions nitrate, thiosulfate, hydrogénocarbonate

Ces déchets pourront être rejetés à l'égout sans traitement après que l'on ait **contrôlé leur pH et l'absence de substances toxiques.**

✓ Les déchets acido-basiques

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses ne contenant aucun des constituants toxiques, autres que des acides ou des bases. Il s'agit donc des solutions acides et de bases inorganiques telles que des solutions d'acide chlorhydrique, sulfurique,de soude, de potasse,**Ces déchets pourront être rejetés à l'égout après neutralisation.**

✓ Les déchets contenant des ions métalliques toxiques

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses qui contiennent des cations des métaux, à l'exception des ions du baryum, du mercure et de l'argent et qui ne contiennent ni anion toxique ni

espèce oxydante. Ces solutions devront subir un traitement destiné à **éliminer ces ions métalliques par une réaction de précipitation.**

✓ **Les déchets contenant des oxydants**

Cette famille de déchets regroupe toutes les solutions contenant des oxydants, à l'exception des solutions contenant de l'iode. **Ces solutions devront subir un traitement par un réactif réducteur suivi si nécessaire d'une précipitation des ions métalliques.**

✓ **Les autres déchets inorganiques toxiques**

Cette famille de déchets regroupe les déchets toxiques qui ne peuvent pas être traités au laboratoire ou qui nécessitent un traitement spécifique. Il sera nécessaire pour ces déchets de procéder à une collecte dans des bidons séparés en évitant de les mélanger entre eux.

On va trouver essentiellement :

- Les solutions contenant des anions toxiques (cyanure, composés de l'arsenic)
- les solutions contenant des ions du mercure
- les solutions contenant des ions de l'argent

➤ **Conclusion**

Voici le tableau qui représente Maximum admissible.

Tableau 8: représente la concentration Maximum admissible

Max. admissible	Ions
$< 10^{-5}$ mol/L	Hg, As, Pb, Cd, Cr
$< 10^{-4}$ mol/L	Co, Ni, Cu, Mo, Zn, CN cyanures libres ou facilement libérables
$< 10^{-3}$ mol/L	Fe, Al, K, nitrates
$< 10^{-2}$ mol/L	Na, Ca, Mg, chlorures, sulfates

✓ En ce qui concerne les carbonates et bicarbonates de sodium, de calcium et de magnésium, le critère du pH est suffisamment déterminant.

✓ Donc on remarque que tous les doses de la norme iso 14001 sont respectées parce que ces éléments se trouvent dans le rejet en trace (l'ordre 10^{-9} mol/L).

L'entité la plus nocif dans le rejet liquide est H^+ par ce qu'il possède un effet acidifiant – corrosif (la seule dose qui se situe dehors de la norme c'est le pH), d'où la nécessité d'une neutralisation ou l'élimination du H^+ à l'aide d'une résine cationique.

i-Résine échangeuse d'ions

➤ Résines cationiques (échangeuses de cations)

Les échangeuses d'ions sont des macromolécules insolubles (résine) comportant des groupements ionisables ayant la propriété d'échanger de façon réversible, certains de leurs ions, au contact d'autres ions provenant d'une solution qu'on veut traiter.

Et pour substituer les ions H^+ on choisit un élément chimique non-toxique comme Na^+ ou K^+ .

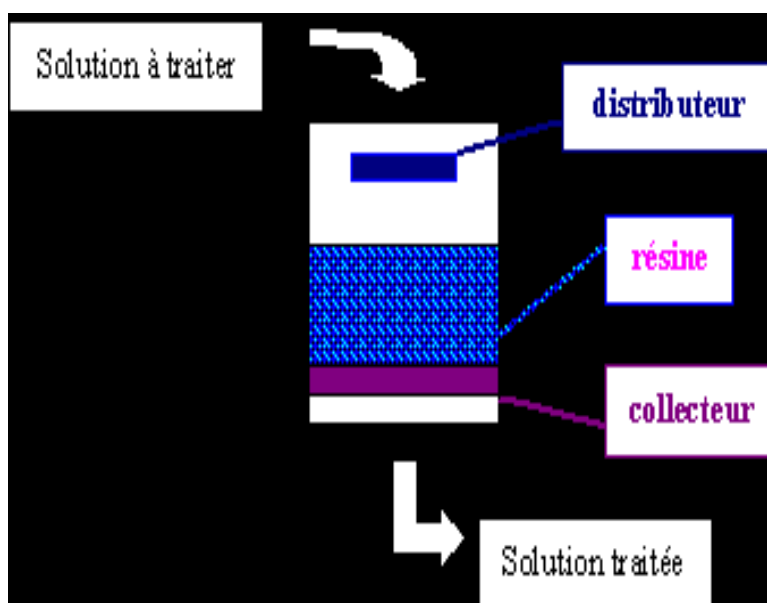


Figure 5 : colonne échangeuse d'ions

➤ Exemples de résines cationiques (échangeuses de cations)

- ✓ Résines cationiques fortes: exemple les résines sulfoniques sous forme acide (SO_3^-, H^+ , contre ion H^+) ou forme sodique (SO_3^-, Na^+ , contre ion Na^+)



- ✓ Résines cationiques intermédiaires: exemple: résines à groupement phosphorique sous formes $H_2PO_4^-, H^+$ ou $H_2PO_4^-, Na^+$



- ✓ Résines cationiques faibles: exemple: résines carboxyliques (non ionisées en milieu fortement acide) sous formes $-\text{COO}^-$, H^+ ou $-\text{COO}^-$, Na^+



➤ Principe de fonctionnement

Le front d'échange serait totalement plat, c'est à dire que chaque couche infinitésimale de résine se convertirait instantanément sous la forme saturée au fur et à mesure que les ions s'y fixeraient. Ce front plat migrerait progressivement vers le bas de la colonne en absorbant les ions venant du haut. Après un certain temps, le front atteindrait le bas de la colonne, et la résine serait alors totalement saturée.

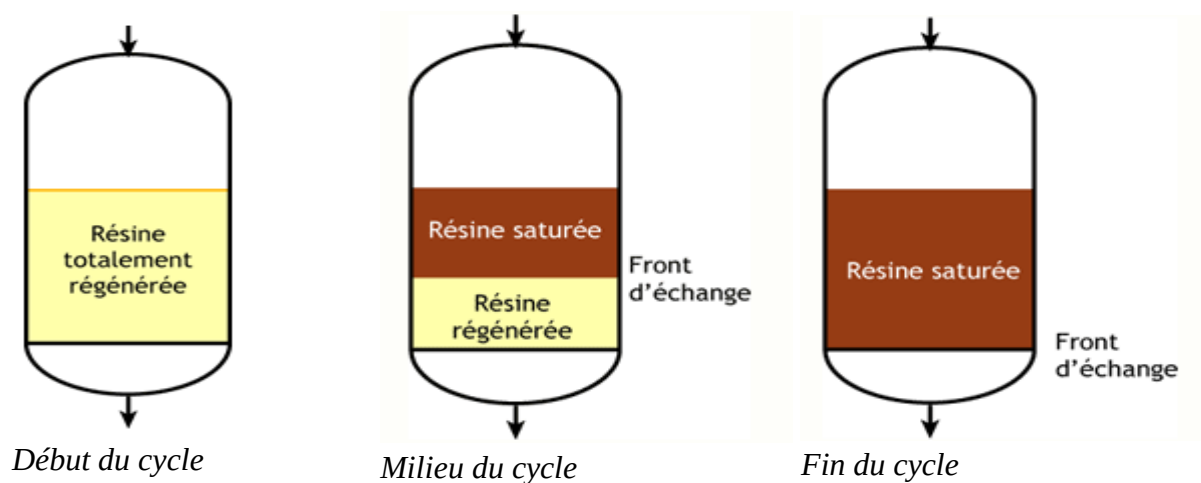


Figure 6 : les étapes de la saturation d'une résine

Il faut régénérer la résine si on veut encore éliminer les ions H^+ , Pour cela, on réalise la réaction en sens inverse.

On fait passer de la base sur la résine cationique saturée. La forte concentration de la base (NaOH 98%) fait que la résine accepte les ions sodium.

➤ Conclusion

L'échange d'ions est une technologie puissamment efficace pour l'élimination de l'acidité, Mais aussi coûteuse parce qu'il utilise des technologies récente.

ii-La neutralisation

La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son pH par alcalinisation à une valeur fixée par la norme ISO 14001 à une valeur comprise entre 5,5 et 9.

Les réactifs d'une neutralisation sont un acide et une base alors que ses produits sont un sel neutre et de l'eau.



Il existe plusieurs produit pour ajustée le PH du rejet acide par exemple la soude, chaux éteinte et les carbonate de calcium.

➤ Choix du réactif

Pour déterminé le réactif le plus performant et qui coute moine cher, on a fait l'expérience suivante :

- 1- On prend 5 ml du rejet.
- 2- 3 goutte du bleu de bromothymol dont la zone de virage se situe entre 6,0 et 7,6.
- 3- On ajoute le réactif petite à petite jusqu'au l'apparition de la coloration bleu. notent la masse **m**.

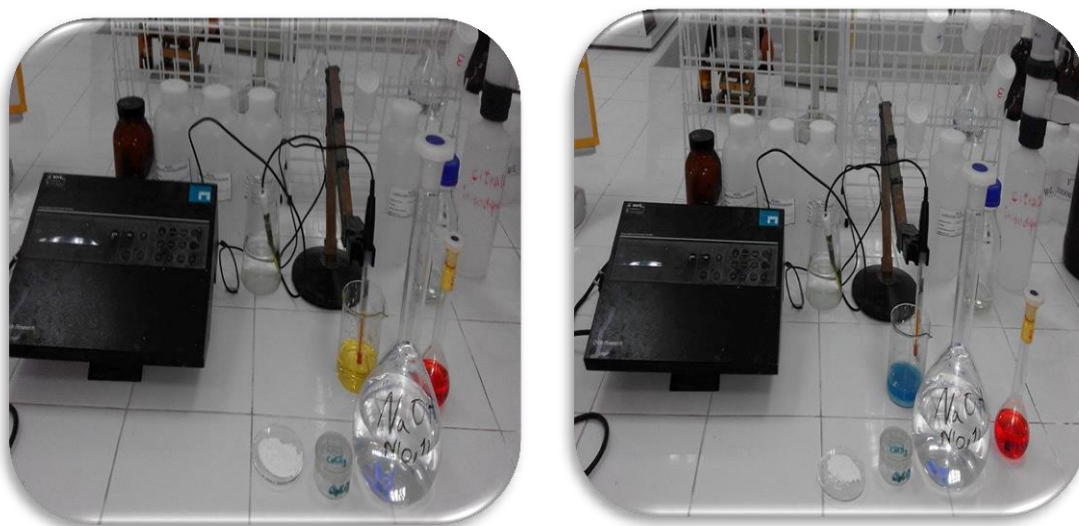


Figure 7: montage expérimentale de la neutralisation du rejet.

Lorsqu'au la coloration bleu persiste les réactions suivante réalisée :



On obtient Les résultats suivants :

Tableau 9 : la masse nécessaire pour neutralisé un échantillon du rejet par plusieurs produite.

Le réactif	NaOH	CaCO ₃	Ca(OH) ₂
Masse (mg)	48	560	32

D'après les résultats on constate que la chaux éteinte est la plus performante, son prix moins élevé, sa simplicité technologique, et en plus elle ne présente pas de risque d'accident.

➤ Conclusion

Vu que le débit n'est pas constant et ne dépasse pas 51,81 L/h et n'est pas très important la construction d'une fosse de neutralisation reste comme une méthode, efficace, moins chère et respecte les normes.

➤ Construction d'une fosse de neutralisation

La concentration est uniforme dans tout le réacteur, égale à la concentration de sortie. On n'a donc que deux valeurs de concentrations une valeur d'entrée et celle de sortie.

- un réacteur continu
- $C_{\text{ENTRANTE}} = 0,044 \text{ mol/L}$
- $C_{\text{SORTANTE}} = 1,58 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$
- $\text{pH}_{\text{ENTRANT}} = 1,35$
- $\text{pH}_{\text{SORTANT}} = 6,8$
- $Q_{\text{ENTRANT}} = Q_{\text{SORTANT}} = 51,81 \text{ L/h}$

Expérimentalement la quantité de la chaux éteinte nécessaire pour neutraliser une quantité de 5ml du rejet est $m=32$.

Donc 1.33Kg de la chaux éteinte est largement suffisant pour traiter le rejet du laboratoire lorsqu'au les analyses sont au maximum.

Et 485.45Kg de la chaux éteinte est largement suffisant pour traiter le rejet du laboratoire pendant un an. Expérience

Par exemple Pour construire une fosse de neutralisation qui servira pendant 3ans on a besoin d'une masse $m=1456,35 \text{ Kg}$ de la chaux éteinte.

$$\text{Qui occupent un volume } V_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{m}{\rho} = \frac{1456,35}{2240} = 0,65 \text{ m}^3$$

1-On met deux couches d'un support mécanique, le plus souvent sable et gravier, la présence du sable servira aussi à la filtration du rejet.

2-On ajoute la quantité calculée de la chaux éteinte.

Le front de conversion serait totalement plat, c'est à dire que chaque couche infinitésimale de chaux se convertirait instantanément au fur et à mesure que les ions s'y fixeraient. Ce front plat migrerait progressivement vers le bas de la fosse.

Après un certain temps, le front atteindrait le bas de la fosse, et la chaux serait alors totalement convertie. La figure suivante montre une fosse de neutralisation.

La figure suivante montre une fosse de neutralisation



Figure 8 : Schéma d'une fosse de neutralisation

Conclusion

Dans le cadre d'améliorer les méthodes de traitement de rejet émis par le laboratoire d'analyse, on Conclut d'après l'expérience que le lavage des gaz est largement suffisant pour la lutte contre La Pollution d'air vue que la plus part des gaz émis réagissent avec l'eau, ou ont une bonne solubilité dans l'eau.

Le lavage effectué par l'eau pulvérisée augmente la surface d'échange eau-polluant.

Concernant les liquides, l'expérience a montré qu'il y a deux solutions efficaces :

- ✓ La neutralisation, qui est une solution à court terme, parce qu'il nécessite un renouvellement de la chaux convertie.
- ✓ la résine échangeuse d'ions, qui est une solution à long terme, car elle s'ionise réversiblement, mais elle nécessite une régénération chaque fois qu'elle devient saturer.

Et comme recommandation on a proposé :

- ✓ d'effectuer un recyclage des rejets solides-recyclables.
- ✓ D'installer des électrofiltres ou des filtres à manches dans le but de diminuer les émissions des poussières dans l'industrie.

Références

historique <http://www.memoireonline.com/04/10/3368/Contrle-de-gestion-de-lOffice-Cherifien-des-Phosphates.html>

norme 14001 http://fr.wikipedia.org/wiki/ISO_14001

système management environnemental <http://www.lamy-environnement.com/systeme-de-management-environnemental-SME-ISO-14001.html>

recyclage <http://www.statcan.gc.ca/pub/16f0023x/2013001/technote-notetech6-fra.htm>

Incinération , Florence Campan. LE TRAITEMENT ET LA GESTION DES DECHETS MENAGERS A LA REUNION : APPROCHE GEOGRAPHIQUE. Geography. Université de la Réunion, 2007.French.

http://ideaconception.fr/agencement_de_laboratoire/installations_de_securite/sorbonnes_et_bras_aspirants/sorbonne-asem-en.pdf