

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

«O»

19/87

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

«O»

1Ex

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

«O»

PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT

SUJET

Quantification de la Pollution des Boues Résiduaires des Stations de Traitement d'eau de la SNVI | CVI

Proposé par :

Mme K. M. MOUSSAOUI

Étudié par :

Mr T. OUCHENE

Dirigé par :

Mr M. NAKIB

PROMOTION : JUIN 1987

E.N.P. - 10, Avenue Hacem Badi - EL-HARRACH - ALGER

المركز الوطني للتكنولوجيا
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

«O»

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

«O»

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

«O»

PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT

SUJET

Quantification de la Pollution des Boues Résiduaires des Stations de Traitement d'eau de la SNVI | CVI

Proposé par :

Mme K. M. MOUSSAOUI

Étudié par :

Mr T. OUCHENE

Dirigé par :

Mr M. NAKIB

PROMOTION : JUIN 1987

E.N.P. - 10, Avenue Hacem Badi - EL-HARRACH - ALGER

REMERCIEMENTS

Mes remerciements iront tout d'abord à mon promoteur M^r M. NAKIB, pour m'avoir conseillé et avoir été disponible quand j'avais besoin de lui.

Je remercie également tout ceux qui ont d'une façon ou d'une autre contribué à l'aboutissement de ce modeste travail qui, sans eux, n'aurait jamais vu le jour. En particulier

- L'ensemble du personnel de la SNVI/CVI.
- M^r KOUADRIA responsable à la SNVI/CVI.
- M^r SAÏDI et BELAÏDI agents des stations de la SNVI/CVI.
- M^r DOWGIALLO du génie de l'environnement
- M^r. KERBACHI chef du département au génie de l'environnement
- M^r. RASSOUL de l'USTHB.
- Tous mes amis en particulier. A. CHERGUI.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	
1.1 Préambule	1
1.2 Position du problème	3
2. PRESENTATION DE LA SNV/CVI	
2.1. Situation géographique	5
2.2. Historique	5
2.3. Consommation et rejets d'eau	5
2.4. Les différents bâtiments de production du complexe.	7
3. PRESENTATION DES STATIONS DE TRAITEMENT DU CVI	
3.1. Les différents types d'effluents existant au CVI	11
3.2. Station n°1	11
3.3. Station n°2	13
3.4. Station n°3	15
4. PRESENTATION DE LA DECHARGE D'OUED-SMAR	
4.1. Historique	18
4.2. Plan de situation	18
4.3. Impact sur l'environnement	18
4.4. Nature du terrain	20
5. GENERALITES SUR LES BOUE ET LEURS TRAITEMENT	
5.1. Definition d'une boue	21
5.2. Origine des boues	21
5.3. Classification des boues	21
5.4. Traitement des boues	22

5.5. Devenir des boues 24

5.5.1. L'utilisation agricole des boues 24

5.5.2. La récupération de produits 24

5.5.3. La récupération d'énergie 24

5.5.4. Injection dans le sol 24

5.5.5. La fixation des boues 25

5.5.6. La mise en décharge 25

6. POLLUTION ENGENDRÉE PAR LES BOUES MISES EN DECHARGE.

6.1. Composition des boues 26

6.2. Mécanisme de concentration des métaux dans les boues 26

6.3. Pollution de l'eau souterraine 26

6.3.1. Présence et nature des eaux souterraines 26

6.3.2. Contribution des boues mises en décharge à la pollution des eaux souterraine 27

6.4. Effets toxiques de quelques polluants 30

7. ANALYSES EXPERIMENTALES DES BOUES.

7.1. Paramètres à analyser 35

7.2. Echantillonnage 36

7.3. Normes 37

7.4. Résultats 40

7.5. Interprétation 40

7.6. Conclusion 54

8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	56
ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	

1. INTRODUCTION

1.1. Préambule

Ces dernières années, on a assisté dans beaucoup de pays industrialisés et dans certains pays en voie d'industrialisation, à une prise de conscience nouvelle : Lorsque la sauvegarde de notre environnement est en jeu, l'homme ne peut plus être considéré comme le centre exclusif des préoccupations. L'avenir de l'humanité entière dépendra de sa capacité de reconnaître qu'elle ne forme qu'une partie d'un tout, qu'un élément de la structure écologique globale.

Il y a quelques années, cette vague d'industrialisation a amené l'Algérie à réfléchir pour la première fois sur les conséquences éventuelles sur la nature et l'environnement.

La mise en œuvre d'un développement accéléré qui embrasse l'ensemble des secteurs du pays déclenche une action multiforme qui atteint pratiquement toutes les régions du pays, posant le problème de la protection de l'environnement et de la lutte contre les nuisances qui accompagnent notamment l'émergence de centres urbanisés et d'activités à caractères industriels.

A cet effet, l'Etat, dans le cadre de la planification nationale aura à édicter les mesures nécessaires et à organiser les actions requises pour préserver l'écologie et pour prévenir ou éliminer tout phénomène nuisible à la santé de la population.

Pour sauvegarder l'environnement et satisfaire aux exigences croissantes pour le maintien de la qualité de la vie, un

degré d'épuration très poussé est nécessaire. La raréfaction des ressources énergétiques et en matière première, ainsi que la production alimentaire insuffisante pour la population, doivent nous inciter à tirer parti de tous éléments valorisables.

En outre, nous devons demeurer très vigilants en ce qui concerne les risques insidieux de concentrations, par des processus complexes de substances qui peuvent devenir dangereuses après qu'elles aient été déversées dans le milieu naturel.

En conséquence, il faut chercher un compromis économiquement acceptable entre la modification des activités polluantes et l'interdiction des rejets de certains éléments dangereux pour l'écologie.

1.2. Position du problème

Dans le cadre du plan anti-pollution de la zone industrielle Rouiba-Réghaïa, où les rejets d'eaux polluées sont importants, nous sommes amenés à déterminer la nature et la quantification de la pollution des boues résiduaires issues des stations de traitement de la SNVI/CVI avant leur mise en décharge.

La SNVI/CVI est spécialisé dans la transformation et la galvanisation des métaux, en vue de monter les autobus, autocars et les camions.

Ces boues se présentent à la sortie des stations comme un déchet pâteux à forte teneur en eau mais, d'aspect souvent peut agréable. La teneur élevée en substances polluantes interdit le plus souvent leur rejet dans le milieu naturel sans précaution.

Il convient de prévoir des moyens sûrs et économiques pour les rejeter dans le milieu naturel (Décharge) et estimer les risques de pollution et enfin connaître les possibilités de réutilisation.

Il faut évidemment les caractériser. Une première approche consiste à présenter l'unité industrielle avec ses différentes stations de traitement afin d'en définir

- le type d'eau traitée

- le type de traitement appliqué à l'eau.

Nous avons également présenté la décharge et estimé l'aptitude du milieu à recevoir ce type de boue.

L'analyse a pour but d'évaluer les risques de pollution pour le milieu récepteur et de connaître les substances utiles dans le cadre d'une récupération éventuelle.

2. PRESENTATION

DE

SNVI/CVI

2.1. Situation géographique

Le complexe véhicules industriels SNVI/CVI est situé sur la zone industrielle de Rouiba-Reghaïa. Il représente la plus grande activité industrielle de la région.

Sa superficie est de 260 hectares pour une surface couverte de 300.000 m². L'effectif actuel est de 10.600 travailleurs

2.2. Historique

Le CVI est issu du rachat de l'ex SONACOME à BERLIET ALGERIE le 16 Mars 1970. En ce temps il se composait du bâtiment montage camion et du bâtiment montage autobus, puis il est étendu à d'autres bâtiments. Le complexe produit des camions, autobus, et autocars. La production actuelle tourne autour de 7.000 véhicules par an. L'objectif pour 1990 est de 15000 véhicules dont 14000 camions et 1000 autobus et autocars. Les véhicules sortants du complexe sont intégralement montés et cela à partir des pièces usinées et travaillées sur place.

2.3. Consommation et rejets des eaux

La quantité d'eau utilisée pour l'ensemble du complexe est énorme. Elle est de l'ordre de 5000 m³/j. Cette eau est captée à partir de 3 puits situés dans le complexe.

Les débits rejetés sont les suivants :

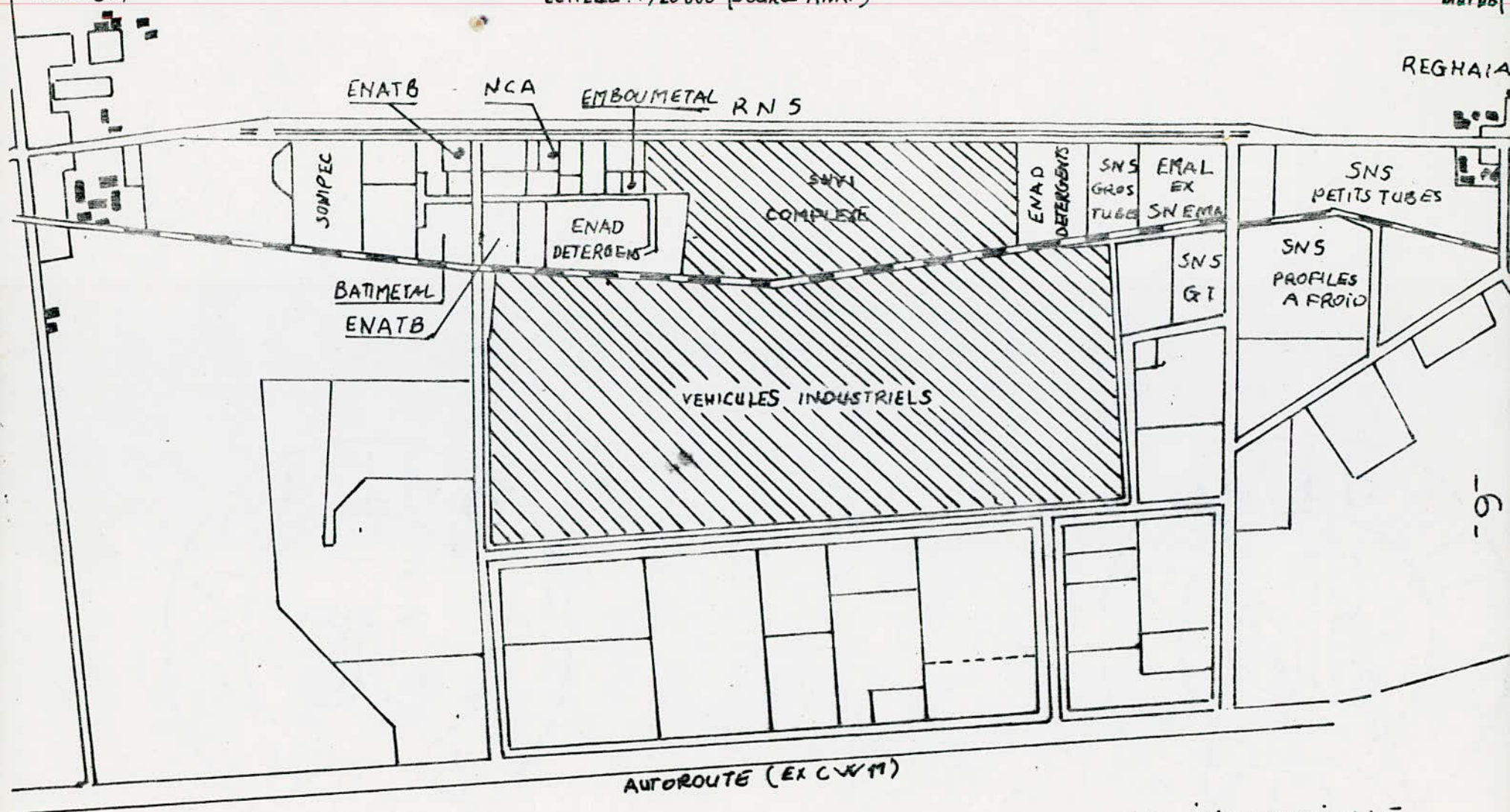
- Eaux usées domestique : 1500 m³/j

ROUIBA

ECHELLE: 1/20 000 (SOURCE ANAT)

Vers
MARDIS

REGHAIA



AUTOROUTE (EX C.W.11)

fig.1

PLAN DE LA ZONE INDUSTRIELLE

- bâtiment emboutissage, montage camions, montage autobus et polyester leur débit est de $15 \text{ m}^3/\text{h} / 2 \times 8 \text{ h} / \text{j}$.
- bâtiment mécanique : $9 \text{ m}^3/\text{h} / 2 \times 8 \text{ h} / \text{j}$
- bâtiment carrosserie : $10 \text{ m}^3 / 2 \times 3 \text{ j}$.

2.4. Les différents bâtiments de production du complexe

Le CVI est composé des centres suivants.

1. bâtiment tôlerie emboutissage

Il a une superficie couverte de $31,922 \text{ m}^2$ et d'un effectif de 688 personnes. Il est composé de

- Atelier Longerons-traverses et assemblage divers.
- Atelier débitage et peinture
- Atelier ferrage et peintures cabines

type de production: cabines, longerons, traverses et pièces diverses tel que tôlerie d'autocars et d'autobus et pare-chocs.

Matière première: Aluminium, acier, peintures, huiles, graisses, pétrole, fer, étain.

Produit chimiques: acide chlorhydrique (décapant), soude, acide de carbo, flocculant, détergent, Parco 440 (dégraissant), bonderite 880 (phosphatation), parcolaine n°1 (chromatage).

2. bâtiment montage camions

La surface couverte est de $31,100 \text{ m}^2$, et l'effectif est 933 personnes.

nes

Ce bâtiment est composé de :

Atelier de fabrication d'équipements électriques

Atelier de façonnage tubes

Atelier de préparation moteurs et appareils pneumatiques

Atelier de montage pneus

Atelier de polyester pour la fabrication des capots, siège

Matière première : acier, huiles, graisses, étain, peinture et résine.

Produits chimiques : soude, acétone, détergents et flocculant.

3. bâtiment montage autobus

Il a une surface couverte de $27\,300\text{ m}^2$ et un effectif de 919 personnes.

Il est formé d'un atelier de sellerie et d'un atelier de polyester

La matière première utilisée est l'acétone, l'octoate de cobalt à 6%, peroxyde de méthylethyl cétone (catalyseurs), deoxine (phosphatation), uridine (dégraissant) et parcodine (pour éviter la rouille).

4. Les services généraux

Il a une surface couverte de $5\,200\text{ m}^2$ et un effectif de 384 personnes

Il est composé des ateliers de réparation (camions, grues...), de soudure, de bobinage et d'une centrale vapeur pour alimenter le complexe en énergie.

5. bâtiment mécanique

Il a une superficie couverte de $40\,625\text{ m}^2$ et effectif de 1257 personnes.

La matière première utilisée est l'huile, graisse, pétrole, peinture aluminium, acier, fonte et plomb.

Les produits chimiques utilisés : oxygène, acétylène, chlorures,

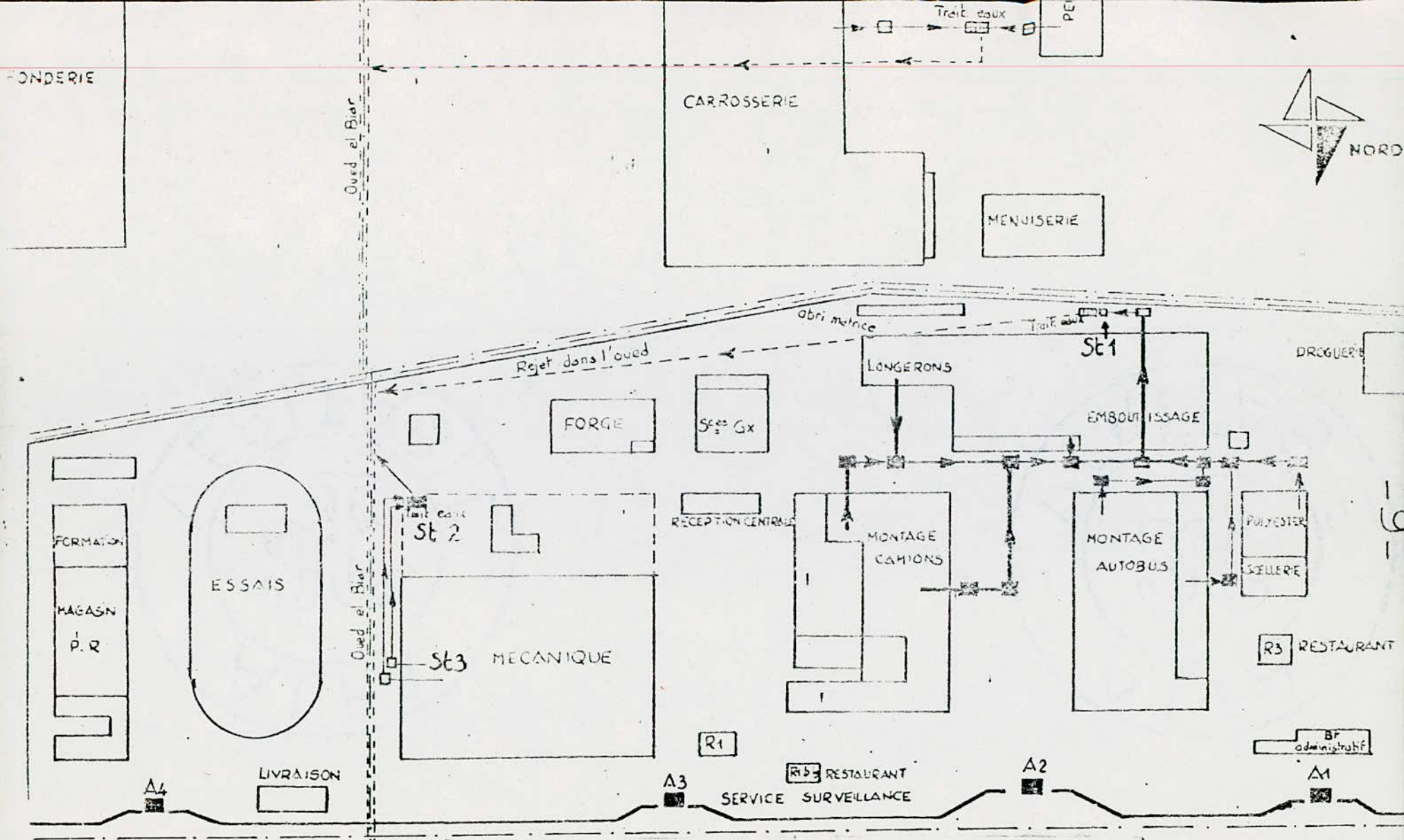


Fig. 2. PLAN GENERAL DU COMPLEXE ET ACHEMINEMENT DES REJETS

sulfure de potassium, cyanure de sodium, sel de base de Cr_4 utilisé dans les bains de nitruration et sel de régénération (sel Cr_2)

Dans ce bâtiment on produit des ponts, des essieux, boîtes à vitesse et pièces diverses.

6. bâtiment fonderie

Il occupe une surface couverte de $25\,000\text{ m}^2$. Il est composé de six secteurs. Il produit des pièces en fonte et en aluminium.

7. bâtiment carrosserie

Il a une surface couverte de $64\,430\text{ m}^2$ et un effectif de 1299 personnes. Il est composé de plusieurs ateliers et il produit des bennes, citernes, fourgons, remorques et engins spéciaux.

3. PRÉSENTATION DES STATIONS DE TRAITEMENT DU CVI

Il existe un grand nombre de procédés de traitement des eaux usées. Le choix d'un tel procédé dépend à la fois des caractéristiques des eaux à traiter et du degré d'épuration.

Les stations de traitement des eaux industrielles sont destinées à satisfaire des normes de rejet qui ne concernent pas seulement la DBO₅, la DCO et les taux de matière en suspension mais aussi un certain nombre de composés (exemple les métaux lourds....)

3.1. Les différents types d'effluents existant au CVI.

L'activité industrielle du CVI (Rouiba) dans son ensemble touche de nombreux domaines qui impliquent diverses techniques dans la fabrication d'un produit avant son montage définitif.

Les activités d'usinage et de montage classique ainsi que certaines phases d'élaboration des produits, imposent des traitements industriels nécessitant l'utilisation de quantités importantes d'eau industrielle. Dans le souci de respecter les lois relatives à la protection de l'environnement, le CVI de Rouiba dispose de trois stations de traitement. Celles-ci se trouvent dans la partie nord de la zone industrielle.

3.2. Station n° 1 fig [3]

Le type de traitement de cette station est la déchromatation - neutralisation. Les effluents arrivant à cette station proviennent du bâtiment tôlerie-emboutissage, montage camion, montage autobus et de l'atelier polyester.

Le traitement permet d'éliminer le chrome hexavalent très toxique

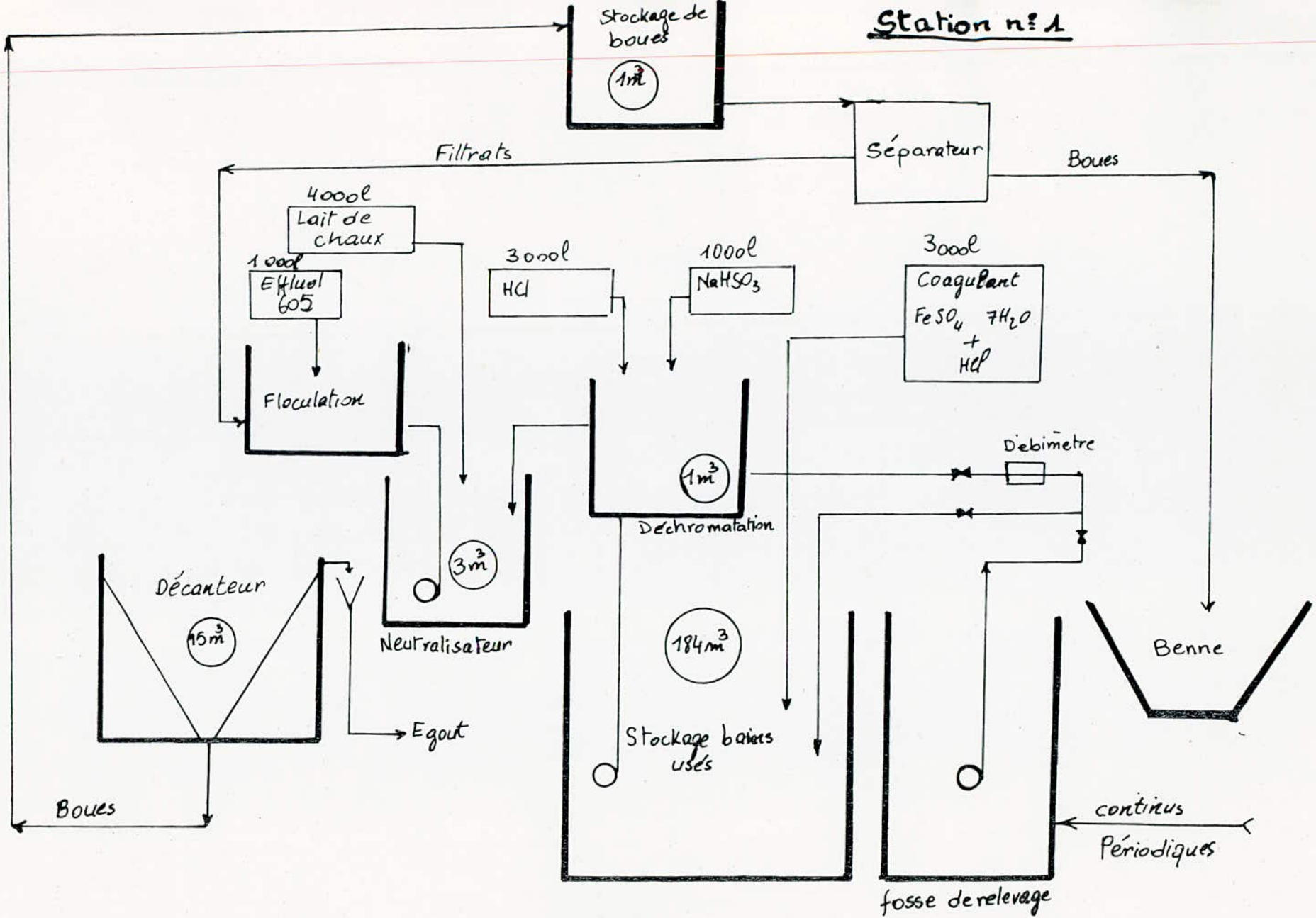


fig. 3

et les matières en suspension.

Les eaux de rinçage chargées de chromates sont stockées dans une cuve, puis subissent une réduction par le métabisulfite de sodium et l'acide chlorhydrique. C'est la détoxification. Ensuite, elles passent dans une cuve de neutralisation contenant de lait de chaux incorporé en automatique, puis à la décantation.

Les bains usés acides et alcalins sont stockés, en fin de semaine, sont envoyés à débit constant vers la neutralisation. Les effluents sont ensuite dirigés par gravité en décantation avec une flocculation préalable de l'effluent 605. Les eaux de surverse sont reprises dans une cuve, pompées et renvoyées à l'égout.

Les boues sont rassemblées au centre du décanteur, par un pont racleur, sont évacuées automatiquement dans une fosse. Ensuite, elles subissent un traitement, réalisé à l'aide d'un séparateur rapide centrifuge. Les filtrats sortant du séparateur, sont recyclés, à l'entrée du flocculateur. Les boues concentrées, chassées du séparateur s'écoulent gravitairement dans une benne où elles sont stockées pour être acheminées en décharge autorisée.

3.3. Station n° 2 fig [4]

Cette station a pour type de traitement, la neutralisation et le traitement des huiles. Elle traite en plus, des eaux détoxiquées provenant de la station de décyanuration, toutes les eaux résiduaires de l'atelier mécanique. Notamment les eaux de rinçage, les bains usés alcalins,

Station N°2

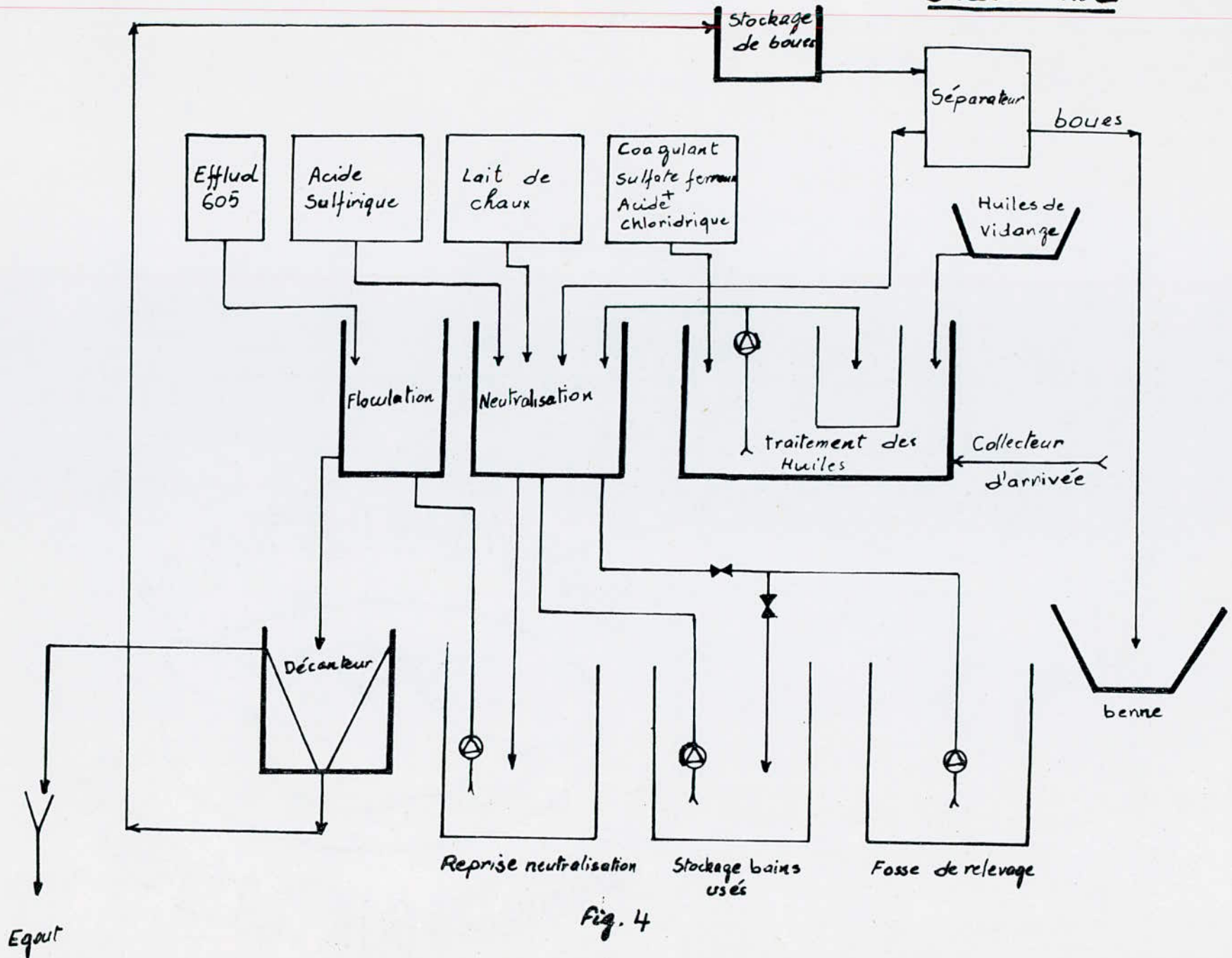


Fig. 4

plus ou moins chargés d'huile; les eaux des cabines de peinture, les eaux de la ligne de phosphatation (eaux de rinçage, les bains usés alcalins et acides) et les huiles émulsifiées provenant des vidanges des machines outils. Ces huiles sont acheminées jusqu'à la cuve de traitement et de stockage par des citernes. Elles subissent un traitement physico-chimique qui consiste au cassage des huiles par acidification à l'aide d'un coagulant (sulfate ferreux + acide chlorhydrique) qui favorise le relevage des huiles en surface après brassage avec l'air comprimé. Ensuite, on a une séparation huile-eau; où l'huile est récupérée et l'eau est reprise dans la fosse de neutralisation. La neutralisation des eaux de rinçage, ainsi que, les bains usés, se fait par de la chaux ou de l'acide (H_2SO_4). Après la neutralisation, les eaux subissent une floculation et décantation puis un traitement des boues qui se fait de la même manière que pour la station n°1.

3.4. Station n°3 fig [5]

Elle permet de traiter les eaux résiduaires cyanurées de l'atelier mécanique. Les effluents à traiter sont les eaux de rinçage et les bains concentrés usés (50 à 60 mg/l de CN^-), vidangés périodiquement. Les effluents de rinçage, et les bains usés, s'écoulent gravitairement, en amont de la cuve de traitement et dans la cuve de stockage. Le principe de décyanuration est réalisé en milieu alcalin, le pH est maintenu au dessus de 9. L'oxydation des

STATION 3 DE DÉCYANURATION

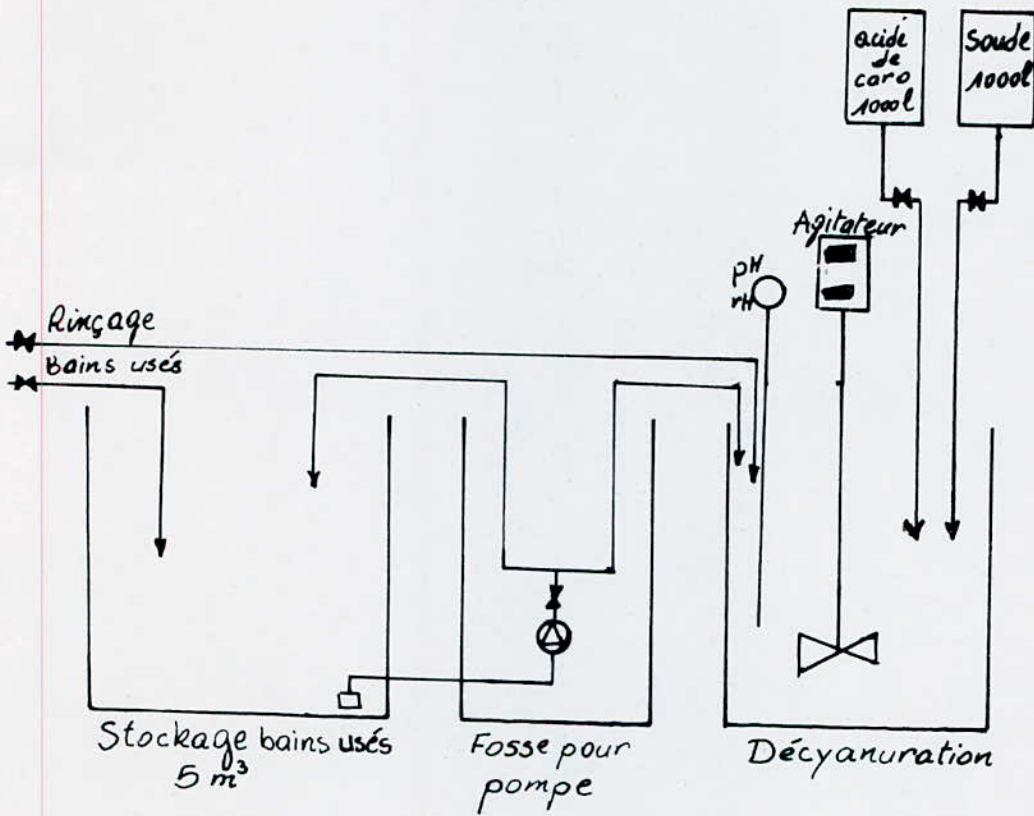


fig. 5

des cyanures très toxiques en cyanates de toxicité pratiquement nulle est obtenue par l'action de l'oxydant fort (acide de Caro). Ce dernier entraîne une chute du pH, qui peut être compensée par addition de soude. Cette station ne produit pas de boues.

Remarque:

Cette station a été arrêtée pour une certaine période afin de pouvoir lancer une série d'essais de substitution des sels cyanurés par des sels exempts de cyanures.

4. PRESENTATION
DE LA DECHARGE
D'OUED-SMAR

4.1. Historique:

Avant la création de la décharge d'Oued-smar, les ordures du grand Alger étaient déchargées dans un terrain à proximité de la ville de Barakel. Le terrain en question appartient à la SNMC, c'est une ancienne carrière, est exploitée par la même société qui en extrait de l'argile pour la briquetterie. C'est une région à vocation agricole, et en partie marécageuse. La SNMC continue son exploitation en avançant vers le nord-ouest, cédant la partie creusée à la décharge.

Devant les contraintes pressantes des autorités de Barakel, le nouveau terrain a été choisi sans que les études hydrogéologiques n'aient été effectuées au préalable. Ainsi, depuis 1978, la décharge d'Oued-smar reçoit les ordures ménagères et les déchets industriels.

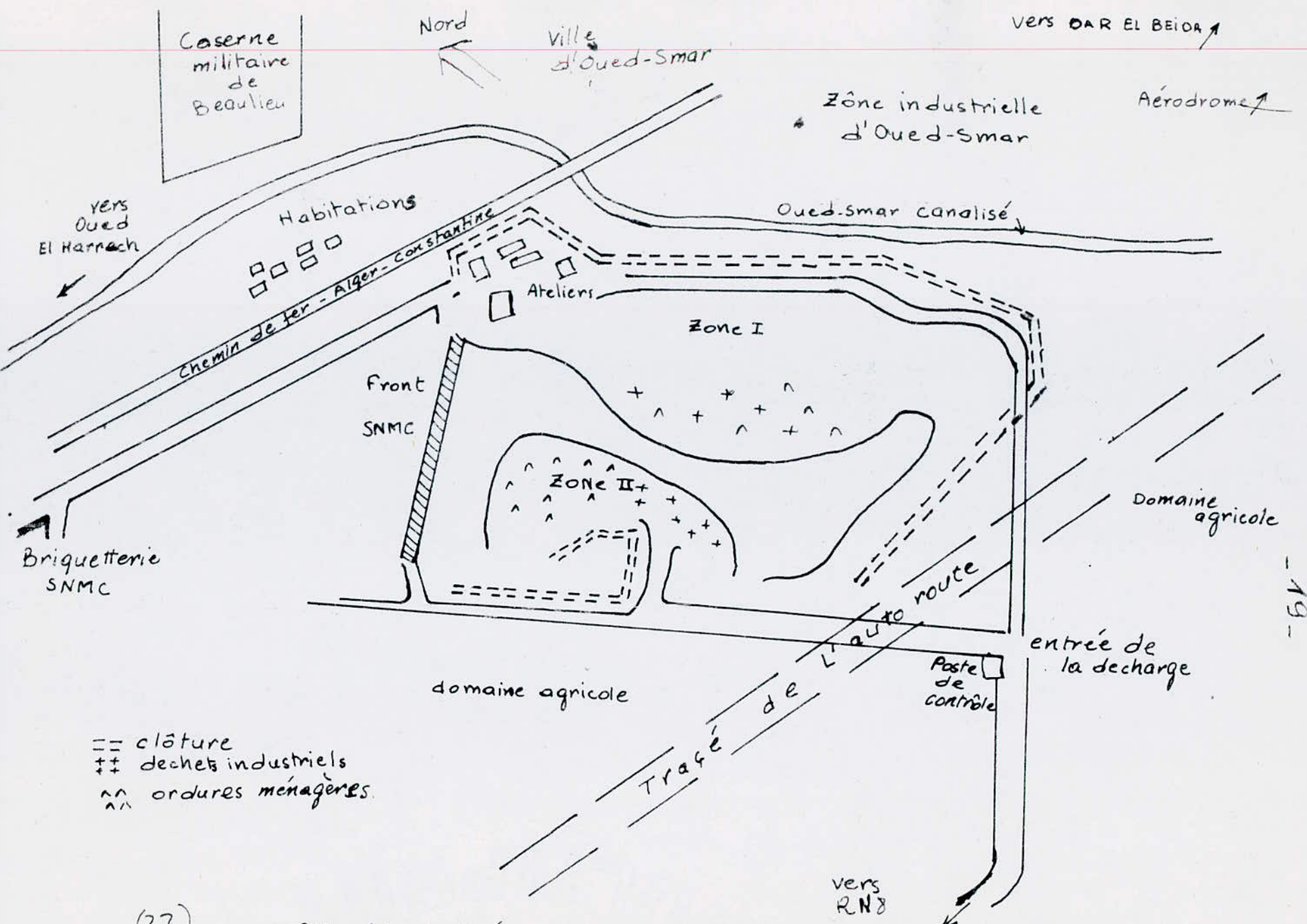
4.2. Plan de situation fig [6]

La décharge est limitée : au nord par Beaulieu (caserne militaire)
à l'est par la zone industrielle d'Oued-smar
à l'ouest et au sud par des terrains agricoles

4.3. Impact sur l'environnement

Depuis la création de cette décharge, la pollution atmosphérique ne cesse de s'amplifier. Elle est due aux dégagements de fumées et des odeurs qui émanent de la décharge où les incendies sont permanents. Les fumées chargées de poussières sont entraînées vers toute les régions environnantes.

Les phénomènes d'inversion thermique, dus aux brises de terre et de



(22)

Situation Géographique de la décharge

fig.6

-19-

mer, créent des zones de stabilité de couches d'air chargées de fumée et de cendres, sont observées sur les régions situées au nord de la décharge.

En effet, les nuages de fumées perturbent les opérations de décollage et d'atterrissage des avions. Notons, en outre, que ces fumées sont parfois à l'origine des perturbations de la visibilité pour la circulation automobile sur les routes environnantes, ayant causées parfois des accidents de circulation. Les odeurs nauséabondes, les fumées, les insectes, les rongeurs etc.... sont autant de facteurs de risques de contamination pour l'homme et l'environnement.

4.4. Nature du terrain. (22)

La région était initialement à vocation agricole et marécageuse en partie est. La terre comportait une couche cultivable sous laquelle existe une couche d'argile importante. Cette dernière est exploitée par la SNMC pour la fabrication de produits rouges de la briquetterie. La couche d'argile n'étant pas exploitée entièrement, les déchets reposent donc sur une couche assez impèrmeable. Quant à la nappe souterraine, sa surface serait profonde de quelques dizaines de mètres (40 à 50 mètres). Un forage a été réalisé à proximité des ateliers de la décharge, l'eau se trouverait à une profondeur de 40 mètres, selon les renseignements fournis par la SNMC.

5. GÉNÉRALITES SUR LES
BOUES ET LEURS
TRAITEMENT

5.1. Définition d'une boue

Il n'existe pas de traitement d'épuration qui n'aboutisse à la production de résidus contenant les matières de pollution et les produits de transformation insolubles. (14)

Ces résidus sont qualifiés du terme général de boue. Elles constituent un déchet comme tout déchet, et ont divers origines.

5.2. Origine des boues (5)

Dans une installation de traitement d'eau résiduaire, la production de boues a lieu à divers points de la chaîne de traitement

- Lors de la traversée du décanteur primaire.
- Par toutes réactions physico-chimiques de coagulation floculation.
- Lors de l'action du traitement bactérien.

Selon leur origine, les boues ont une composition différente, qu'elles proviennent d'un traitement d'eau potable, d'un procédé physico-chimique ou biologique, d'une eau usée urbaine ou industrielle.

5.3 Classification des boues (8)

La classification des différentes boues est fonction de leur origine et de leur matière colloïdale.

- Classe organique hydrophile: elle est caractérisée par une fraction importante de colloïdes hydrophiles.
- Classe minérale hydrophile: ces boues contiennent des hydroxydes métalliques.
- Classe huileuse: elle est caractérisée par les huiles émulsionnées ou

adsorbées aux particules boueuses hydrophiles ou hydrophobes.

- classe minérale hydrophobe : c'est boues sont caractérisées par un taux prépondérant de matières particulaires à teneur en eau liée faible ou nulle (sable, limon, scories, sels cristallisés).

5.4. Traitement des boues.

La plupart des procédés de traitement utilisés normalement dans la maîtrise de la pollution de l'eau, produisent de la boue provenant d'un procédé de séparation solide-liquide. Ces matière subiront une filière de traitement comprenant, l'épaississement, le conditionnement, la déshydratation et l'évacuation finale fig (7)

Les procédé choisis dépendront principalement de la nature, des caractéristiques de la boue et de la méthode d'évacuation. (12)

Epaississement : C'est un moyen simple de séparation de l'eau interstitielle des particules des boues, soit par flottation soit par gravité. (5)

Après épaississement les boues présentent des taux d'humidité de 90 à 95%. (4)

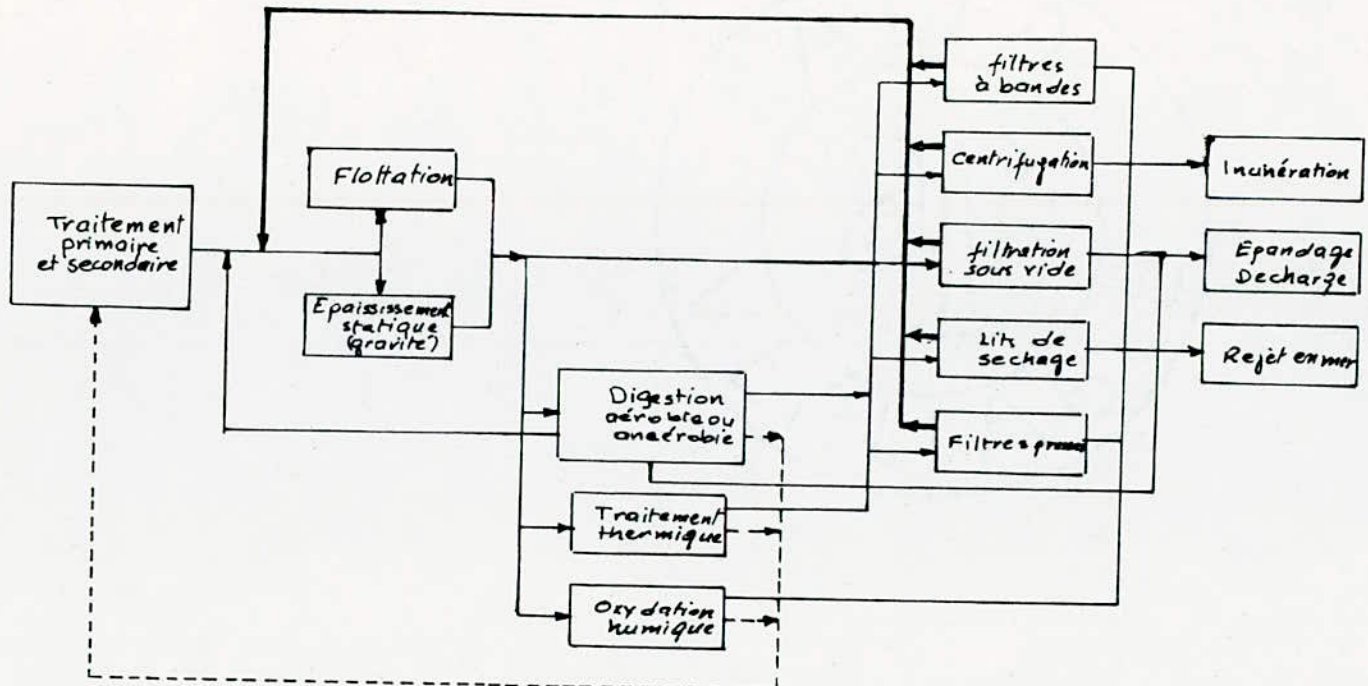
Stabilisation : elle peut se faire par stabilisation biologique aérobie ou anaérobie ou bien par stabilisation chimique (chaulage). (20)

Conditionnement : il permet de modifier les forces de cohésion internes de la boue, pour libérer l'eau liée aux particules.

Le conditionnement peut se faire chimiquement ou thermiquement.

Déshydratation : a pour but, en éliminant l'essentiel de l'eau, d'obtenir un produit de volume réduit et facilement pelletable.

Ce séchage peut se faire à l'air ou par des procédés mécaniques.



--- Retour des liqueurs séparées en tête de traitement d'eau résiduaire
 — Retour des liqueurs séparées (filtrats, centrats)
 — Boues

Filières de traitement des boues - options de procédés (12)

Fig. 7

- Déshydratation naturelle, sur lit de séchage.

- Déshydratation mécanique par

. filtration sous vide

. filtration sous pression.

. centrifugation.

5.5. Devenir des boues.

L'évacuation des boues résiduaires apparaît comme la phase la plus délicate de l'épuration des eaux. Il s'agit de se débarrasser de ces résidus par des procédés provoquant le minimum de nuisances tout en limitant les frais de l'opération.

On distingue

5.5.1. L'utilisation agricole des boues.

A ce titre, on peut utiliser les boues riches en éléments fertilisants et en matières organiques.

5.5.2. La récupération de produits.

Elle ne concerne que certains éléments contenus dans les boues; par exemple les produits coagulants, les métaux lourds des boues de traitement de surface etc....

5.5.3. La récupération d'énergie.

On récupère surtout du méthane par fermentation (digestion) surtout des boues riches en matières organiques.

5.5.4. Injection dans le sol. (21)

Cette technique consiste à injecter les boues à l'état liquide

dans les poches poreuses du sous-sol, isolées entre des couches continues d'argile.

5.5.5. La fixation des boues. (19)

Dans la mesure où il est difficile, voire impossible, de faire disparaître un composé gênant ne serait-il pas possible de transformer les boues en un matériau inerte, analogue somme toute aux roches minérales dont beaucoup sont sortis?

Cette technique se base sur la solidification des boues par addition d'un mélange de réactifs liquide avec adjonction de réactif solide qui joue un rôle analogue aux liants hydrauliques employés dans la fabrication du béton.

5.5.6. La mise en décharge.

C'est la destination finale la plus fréquente des boues.

Cette technique applicable aux boues toxiques condamne une surface importante des sols et comporte des risques de contamination des eaux souterraines.

6. POLLUTION
ENGENDRÉE PAR
LES BOUES MISES
EN DECHARGE

Les déchets pâteux (jusqu'à 75% d'eau) qui représentent la majeure partie des déchets industriels spéciaux soulèvent de nombreux problèmes qui ne sont pas totalement inoffensifs et qui représentent un risque de relargage par suite d'infiltration d'eau qui les solubilise. (32)

6.1 - Composition des boues.

La composition des boues varie en fonction des caractéristiques des eaux usées et du type de traitement mis en œuvre.

Les boues produites dans les installations de détoxification et neutralisation se composent essentiellement d'hydroxydes métalliques et de sels basiques peu solubles de métaux lourds. (24)

Ces boues sont peu riches en matière organique.

6.2 - Mécanisme de concentration des métaux dans les boues.

Les métaux sont transportés dans les effluents qui entrent dans les stations d'épuration sous forme soluble ou sous forme particulaire.

Le plomb, le chrome, le cadmium, le zinc, et dans une moindre proportion le cuivre, se trouvent principalement associés aux matières en suspension, tandis que le nickel apparaît sous forme soluble. (20)

Les métaux particuliers apparaissent sous forme de précipités minéraux, ou coprecipités avec des oxydes métalliques (oxyde et hydroxyde de fer)

6.3 - Pollution de l'eau souterraine.

6.3.1 Présence et nature des eaux souterraines

Les cavités de l'écorce terrestre contiennent à partir d'une certaine profondeur des nappes continues d'eau souterraine.

L'eau souterraine prend part au cycle hydrologique. Après un cheminement souterrain, plus ou moins long, elle apparaît dans des sources ou bien elle alimente directement les eaux de surface, cours d'eau, lacs, étangs et mers.

6.3.2. Contribution des boues mises en décharge à la pollution des eaux souterraines.

Parmi les principaux facteurs de pollution des eaux souterraines les décharges sauvages ou contrôlées, contribuent à l'apport de matière organique et minérale et surtout de métaux lourds dans le milieu naturel.

Les rejets de traitement de surface (les boues) sont généralement considérés comme des déchets sans valeurs et mis en décharge.

Le déversement des boues sur les haldes est en fait autorisé, et le problème du transport est considérablement simplifié, mais ici encore il peut toujours apparaître des difficultés pour le stockage, en ce qui concerne la possibilité d'une redissolution des matières toxiques.

La redissolution des matières toxiques, pose un problème très sérieux quant à la contamination des eaux souterraines. Ce phénomène de redissolution est dû essentiellement à l'action des acides (acide carbonique, et humique) la matière toxique, ainsi qu'à l'élévation de température, donc le pH et la température influencent la solubilité.

Les métaux sont précipités généralement sous forme d'hydroxyde par addition de soude ou de chaux jusqu'au pH de solubilité minimum (fig (8) et fig (9)).

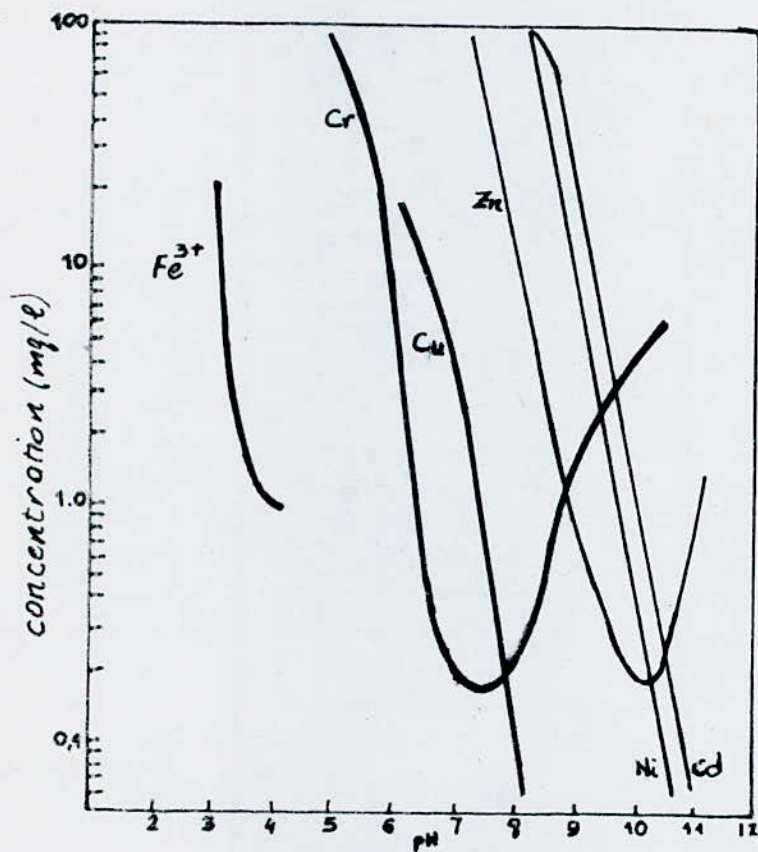


Fig. 8
solubilité des ions métalliques
en fonction du pH (12)

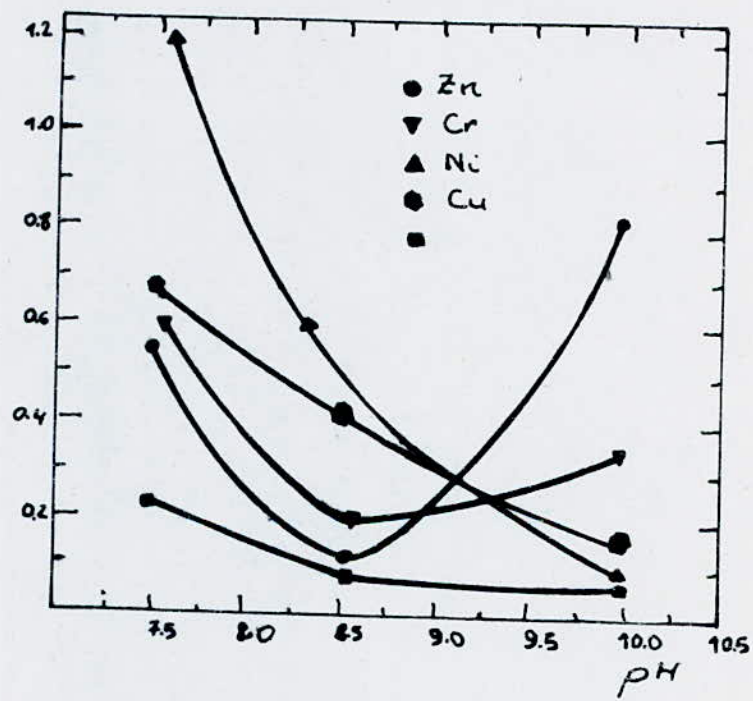


Fig. 9

pH optimum de precipitation (12)

Un précipité peut être dissous, si l'un des ions qui le constituent est fixé. A cet effet, il est introduit dans la solution un électrolyte dont le ions peuvent former des composés peu dissociés avec un des ions de l'électrolyte. (1)

La solubilité de la plupart des précipités s'accroît avec l'élévation de la température bien que cet accroissement ne soit pas aussi fort (2).

Sous l'influence du pH et de la température, ces matières toxiques, mi en décharge se redissolvent, et par infiltration dans le sol avec les eaux percolation contaminent les eaux souterraines. Leur migration du fond de la décharge à la nappe est essentiellement fonction des conditions du milieu naturel et des facteurs chimiques et pédologiques régissant l'équilibre sol-eau (30).

Ces matières toxiques provoquent des effets nocifs et toxiques sur l'homme, l'animal et le végétal.

6.4. Effet toxique de quelques polluants:

Parmi les principaux polluants rencontrés au CVI on note les cyanures, les sulfates, les chlorures et les métaux lourds comme le fer, le zinc, le cuivre, le chrome et le cadmium.

A- Les chlorures:

origine: les chlorures sont utilisés, au traitement de surface, et au niveau des stations de traitement pour le procédé physico-chimique.

toxicité: Aux concentrations que l'on rencontre le NaCl n'a pas d'act. nuisible sur les animaux aquatique. A certaines concentrations le $MgCl_2$

s'est montré toxique pour le Daphnia. Les chlorures communiquent à l'eau une saveur désagréable.

2-Sulfate

Origine: les sulfates proviennent des bains sulfuriques de décapage et des stations de traitement d'eau.

Toxicité: selon l'intolérance des consommateurs, il est susceptible d'en résulter des troubles gastro-intestinaux, en particulier chez l'enfant.

Le sulfate de sodium entraîne la mort de certains poissons à concentrations plus ou moins fortes, après une durée de contact variable selon l'espèce.

3-Le phosphore.

Origine: il est présent à l'état de phosphate; et provient essentiellement des rejets du bâtiment tolérage-emboutissage, où se trouve l'installation des surfaces d'une part et des rejets des cabines peintures d'autre part.

Toxicité: à de fortes concentrations, le phosphore soluble est un facteur inhibiteur de certaines algues. Sous forme de phosphate, il participe au phénomène d'eutrophisation.

4- Les cyanures

Origine: les cyanures proviennent des bains de sel utilisés en traitement thermique; des bains de chauffe constitués d'un sel neutre connu sous le nom de sel neutre 980. Il est additionné à 5% de NaCN; de la cémentation liquide; où le bain de sel est additionné à 20% de NaCN; et du bain de nitruration qui est formé d'un sel de base Ca_4 , un sel de régénération et du sulfate de potassium.

Toxicité: la toxicité des cyanures varie en fonction du cation, est

liée à possibilité de libération de l'acide cyanhydrique.

L'intoxication aiguë des cyanures, a un caractère foudroyant (vertige, perte connaissance, convulsion et arrêt respiratoire).

L'intoxication chronique se caractérise par l'asthénie, des troubles digestifs, nerveux et cardiaques.

Pour le poisson, du point de vue physiologique, la toxicité aiguë se manifeste par inhibition enzymatique du transfert de l'oxygène au niveau des branchies.

5- Le Plomb.

origine: c'est un élément utilisé comme matière première, et fait part de la composition de certains alliages notamment de cuivre.

toxicité: les deux grandes voies d'absorption du plomb sont les voies digestives et respiratoires. Il provoque le saturnisme. son métabolisme dans l'organisme suit celui du calcium, c'est à dire il remplace le calc au niveau du tissu osseux. Il exerce vis à vis des poissons, une action toxique très importante. De légères additions de sel de plomb au sol favorisent les processus de nitrification, mais l'ammonisation est inhibée (24).

6- Le cuivre

origine: il se trouve dans les alliages de cuivre, donc dans les pièces à base de cuivre

toxicité: l'intoxication par des sels métalliques se traduit par un syndrome digestif et hémolytique.

Chez les végétaux, le cuivre provoque, dans les racines et les parties

hors sol un développement anormal.

D'après certains auteurs, une dose de 0,5 mg/l de sulfate de cuivre a une action toxique vis à vis de tous les micro-organismes.

7- Le fer

origine: le fer entre dans la composition des pièces utilisées, ainsi que dans les produits chimiques utilisés lors des traitements.

toxicité: les seules intoxications signalées ont été liées à l'absorption de sulfate de fer chez les enfants.

Chez les poissons, le précipité tend à se déposer sur les branchies et entraîne leur colmatage.

L'hydroxyde de fer, les sels de calcium et de potassium donnent lieu à une acidification du sol.

8- Le Zinc et le cadmium.

origine: quelques pièces utilisées dans le complexe sont à base de zinc. Le zinc et le cadmium se trouvent aussi dans la peinture.

toxicité: les effets biologiques du zinc et du cadmium sont sensiblement identiques vis à vis de la faune et de la flore aquatique.

Leurs effets toxiques sur les poissons se caractérisent par des lésions au niveau des branchies entraînant des perturbations de l'activité respiratoire, des changements de la composition sanguine (anémie au cadmium, diminution des globules blancs due au zinc); des lésions de la colonne vertébrale et des effets sur le système enzymatique.

Le cadmium est un élément particulièrement toxique pour l'homme.

9 Le chrome.

origine: on utilise des bains refermant de l'acide chromique pour l'oxydation anodique de l'aluminium. On se sert aussi des solutions contenant de l'acide chromique pour le traitement de surface du magnésium, du zinc, du cadmium et de leurs alliages.

Toxicité: des expériences sur des rats, ont montré que le Cr^{VI} altère la fonction de reproduction et cause la stérilité quand il est présent dans les aliments à de fortes concentrations (plus de 0,125%). L'ingestion de Cr^{VI} peut provoquer une importante irritation du tube gastro-intestinal se traduisant par de fortes douleurs épigastriques, de nausées, de vomissement, un œdème des voies pulmonaires et à la peau; une perte de conscience et la mort quand les doses sont importantes.

7. ANALYSES

EXPERIMENTALES

DES BOUES

7.1. Paramètres à analyser :

Les substances dissoutes contenues dans les eaux de rinçage et les solutions épuisées (bains de décapage, bains galvaniques) se retrouvent presque sans exception en fin d'épuration sous forme de boue.

Comme ces boues sont évacuées dans le milieu naturel (décharge), il était nécessaire de faire le choix sur certains paramètres, surtout ceux qui sont toxiques pour l'environnement.

Nous nous sommes donc ramener pour l'étude expérimentale à mesurer les paramètres qui nous sont parus importants pour mener à bien cette étude,

- Température
- potentiel d'hydrogène (pH)
- conductivité
- D.C.O
- Matière sèche
- Matière organique
- Matière volatile
- Sulfates
- chlorures
- Phosphates
- Chrome
- Fer

- Zinc

- Cuivre

- Plomb

- cadmium.

Les phosphates et les métaux lourds ont été dosés après leur mise en solution (minéralisation).

Alors que les sulfates et les chlorures ; ont été dosés sur le surnageant des boues du fait de leur solubilité, et car on a pas trouver une méthode de leur dosage dans les boues.

De plus, on tient à souligner que le dosage des métaux par spectrométrie d'absorption atomique a été fait à Bab. Eggouar en institut de biologie.

6.2 - Echantillonnage

Ces boues ont un caractère hétérogène et fréquemment instable, et requièrent donc beaucoup de soin dans leur échantillonnage de façon à obtenir des échantillons aussi représentatifs que possible de toute la masse de la boue.

L'objectif de l'échantillonnage est d'extraire un volume de boue petit mais reflétant les caractéristiques physiques et chimiques du système entier au moment de l'opération.

2.1 - Le prélèvement

a. points de prélèvement.

Les prélèvements ont été effectués au niveau des stations SADR

éxistant au complexe et au niveau des bennes spéciales.

b. Mode opératoire du prélèvement.

Tout le contenu doit d'abord être mélangé. Un certain nombre d'échantillon est pris en différents endroits de la masse de boue et réunis pour obtenir l'échantillon définitif (Méthode des quartiers) fig(). Immédiatement avant de prendre les sous-échantillons, la totalité de l'échantillon doit être homogénéisée de façon appropriée aux mesures à faire.

c. La conservation de l'échantillon.

Pour éviter l'évolution de la boue entre le prélèvement et l'analyse, il est conseillé de maintenir les échantillons à une température voisine de 4°C et à l'obscurité et de les transmettre dans un délai de 24 heures après le prélèvement.

Pour l'analyse des métaux, on ajoute 2ml d'acide sulfurique à un litre de boue.

6.3 - Normes

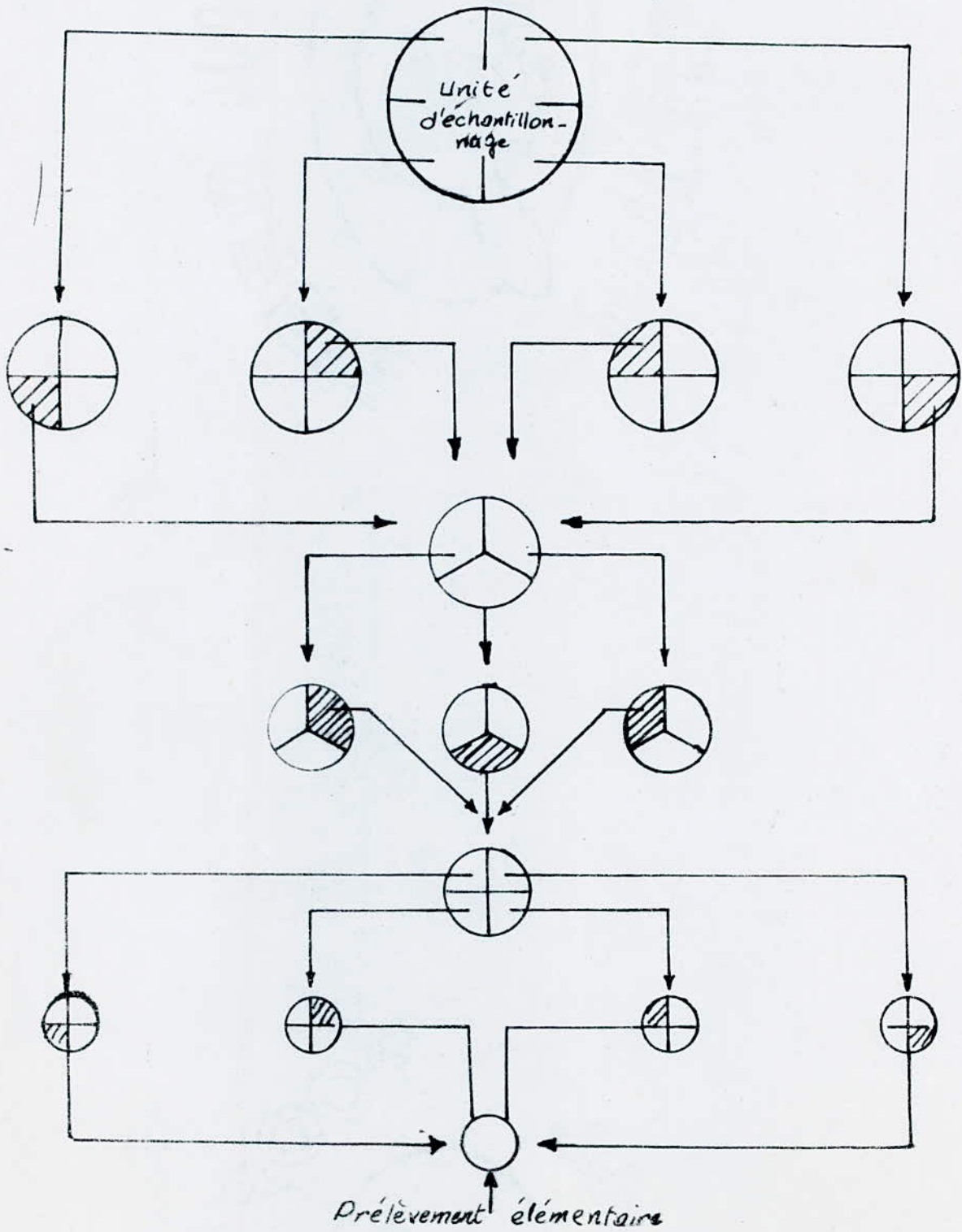
Les risques de pollution, peuvent être immédiats ou être prévisibles à long terme, l'accumulation dans le sol de dose minimales peut entraîner à la longue des effets toxiques.

Les éléments dangereux peuvent également être transportés vers la nappe souterraine.

Par ailleurs, les effets des métaux ne dépendent pas seulement de leur concentration, mais aussi de leurs interactions, et des

Fig (10) (21)

Mode d'obtention d'un prélèvement
élémentaire. Methode des quartiers.



propriétés physico-chimiques du sol.

Malgré le développement de la politique de la protection de l'environnement en Algérie, il n'existe pas pour le moment de réglementation officielle concernant les rejets industriels.

La norme AFNOR U44.041 définit actuellement les teneurs maximales admissibles dans les boues tableau (12) Annexe I

7.4. Résultats

Les résultats expérimentaux sont regroupés dans les tableaux 1 à 10.

7.5. Interpretation des résultats.

La température:

La température des boues varie entre 16°C et 22°C. Cette variation est due très probablement à la température ambiante, relativement froide au moment du prélèvement de l'échantillon.

Le pH.

Le pH des boues des deux stations se situe entre 7,6 et 8,7, ce qui correspond à l'intervalle de pH des eaux après leur traitement.

La conductivité.

La conductivité des boues de la station n°1 varie entre 2,7 et 3,5 ms/cm et celle de la station n°2 entre 1,8 et 2,5 ms/cm; ce qui montre le caractère minéral de la boue du complexe cv1. Cette minéralisation est due surtout à la présence des substances minérales comme les hydroxydes des métaux; ainsi qu'au réactifs utilisés des traitements des eaux.

La matière sèche.

Le pourcentage de la matière sèche varie entre 17,36 et 18,03% pour les boues de la station n°1 et 19,67 et 21,33% pour les boues de la station n°2. Cela est dû, en partie à l'opération de centrifugation.

tableau n° 1

Station n° 1

Date : 29/03/87

Heure : 9^h 30 min

Parametres	valeurs
Couleur	Rouge-bique
Odeur	Peinture
Température (C)	16,2
pH	8,3
Conductivité (mS/cm)	3,5
Humidité (%)	82,46
Matière sèche à 105°C (%)	17,53
Matière organique (%)	0,76
Matière volatile (%)	1,26
D.C.O (mg/g)	—
Chlorure (mg/l)	624,8
Sulfate (mg/l)	—
Phosphate (mg/Kg.MS)	—
Fer (mg/Kg.MS)	17483
Zinc (mg/Kg.MS)	5357,25
Chrome (mg/Kg.MS)	1900
Plomb (mg/Kg.MS)	5,2
Cuivre (mg/Kg.MS)	80
Cadmium (mg/Kg.MS)	4

tableau n° 2

Station n° 1

Date: 8/4/87

heure: 10^h 15^{min}

Parametres	valeurs
Couleur	Rouge-brique
Odeur	Peinture
Température (°C)	20
pH	7,8
Conductivité (ms/cm)	2,8
Humidité (%)	81,96
Matière sèche à 105°C (%)	17,85
Matière organique (%)	3,45
Matière volatile (%)	3,68
D.C.O (mg/g)	55
Chlorure (mg/l)	653,2
Sulfate (mg/l)	—
Phosphate (mg/kg MS)	—
Fer (mg/kg MS)	52000
Zinc (mg/kg MS)	7500
Chrome (mg/kg MS)	2100
Plomb (mg/kg MS)	1,9
Cuivre (mg/kg MS)	40
Cadmium (mg/kg MS)	4

Tableau n°3

Station n°1

Date: 14/4/87

heure: 12^h30^{min}

Parametres	valeurs
Couleur	Rouge - brique
Odeur	desagrèable.
Température (°C)	18
pH	8,3
Conductivité (mS/cm)	2,7
Humidité (%)	82,76
Matière sèche à 105°C (%)	17,36
Matière organique (%)	1,93
Matière volatile (%)	2,55
D.C.O (mg/g)	63
Chlorure (mg/l)	560,35
Sulfate (mg/l)	130
Phosphate (mg/kg MS)	59,5
Fer. (mg/kg MS)	22294
Zinc (mg/kg MS)	6300
Chrome (mg/kg MS)	1700
Plomb (mg/kg MS)	3,9
Cuivre (mg/kg MS)	60
Cadmium (mg/kg MS)	6,8

Tableau n°4

Station n°1

Date : 21/4/87

heure : 9^h 45^{min}

Parametres	valeurs
Couleur	Rouge - brique
Odeur	désagréable
Température (°C)	22
pH	7,6
Conductivité (mS/cm)	3,2
Humidité (%)	81,85
Matière sèche à 105° (%)	18,03
Matière organique (%)	1,08
Matière volatile (%)	2,91
D.C.O (mg/lg)	115
Chlorure (mg/l)	428,45
Sulfate (mg/l)	270,8
Phosphate (mg/Kg MS)	60
Fer (mg/Kg MS)	30605
Zinc (mg/Kg MS)	6705
Chrome (mg/Kg MS)	1850
Plomb (mg/Kg MS)	4,5
Cuivre (mg/Kg MS)	85
Cadmium (mg/Kg MS)	5,1

Tableau n°5

Station n°1

Date: 28/4/87

heure: 10^h 10^{min}

Parametres	valeurs
Couleur	Rouge-brique
Odeur	desagréable.
Température (°C)	17
pH	8,3
Conductivité (mS/cm)	3
Humidité (%)	83,19
Matière sèche à 105°C (%)	17,75
Matière organique (%)	2,34
Matière volatile (%)	2,18
D.C.O (mg/g)	-
Chlorure (mg/l)	483,45
Sulfate (mg/l)	210,64
Phosphate (mg/kg MS)	58,5
Fer (mg/kg MS)	17128
Zinc (mg/kg MS)	7760
Chrome (mg/kg MS)	2300
Plomb (mg/kg MS)	5,6
Cuivre (mg/kg MS)	93
Cadmium (mg/kg MS)	7

Tableau n°6

Station n°2

Date: 29/3/87

heure: 10^h

Parametres	valeurs
Couleur	Gris-noir
Odeur	Mazout
Température (°C)	17
pH	8,7
Conductivité (ms/cm)	2,1
Humidité (%)	79,45
Matiere sèche à 105°C (%)	20,54
Matière organique (%)	6,31
Matière volatile (%)	6,44
D.C.O (mg/g)	—
Chlorure (mg/l)	262,2
Sulfate (mg/l)	—
Phosphate (mg/kg MS)	—
Fer (mg/kg MS)	22060
Zinc (mg/kg MS)	4650
Chrome (mg/kg MS)	300
Plomb (mg/kg MS)	2,2
Cuivre (mg/kg MS)	70
Cadmium (mg/kg MS)	8

Tableau n°7

Station n° 2

Date : 8/4/87

heure : 9^h 45^{mn}

Parametres	Valeurs
Couleur	Gris - noir
Odeur	Mazout .
Température (°C)	19,3
pH	8,7
Conductivité (mS/cm)	1,8
Humidité (%)	78,66
Matière sèche à 105°C (%)	21,33
Matière organique (%)	6,58
Matière volatile (%)	6,64
D.C.O (mg/g)	73
Chlorure (mg/l)	284
sulfate (mg/l)	—
Phosphate (mg/kg MS)	—
Fer (mg/kg MS)	26558
Zinc (mg/kg MS)	3940
Chrome (mg/kg MS)	360
Plomb (mg/kg MS)	5,2
Cuivre (mg/kg MS)	150
Cadmium (mg/kg MS)	4

Tableau n° 8

Station n° 2

Date : 14/4/87

Heure : 11^h 50^{mn}

Paramètres	Valeurs
Couleur	Gris-noir
Odeur	Mazout
Température (°C)	17,6
pH	8,3
Conductivité (ms/cm)	2,0
Humidité (%)	80,24
Matière sèche à 105°C (%)	19,67
Matière organique (%)	7,15
Matière volatile (%)	7,32
D.C.O (mg/l)	98
Chlorure (mg/l)	312,4
Sulfate mg/l	121,80
Phosphate (mg/kg MS)	85
Fer (mg/kg MS)	28500
Zinc (mg/kg MS)	4000
Chrome (mg/kg MS)	295
Plomb (mg/kg MS)	4,45
Cuivre (mg/kg MS)	130
Cadmium (mg/kg MS)	5

Tableau n°9

Station n°2

Date : 21/4/87

heure : 10^h 15^{mn}

Parametres	Valeurs
Couleur	Gris-noir
Odeur	Mazout.
Température (°C)	21
pH	8,5
Conductivité (ms/cm)	2,5
Humidité (%)	79,08
Matière sèche à 105°C (%)	21,47
Matière organique (%)	6,77
Matière Volatile (%)	6,72
D.C.O (mg/l)	125
Chlorure (mg/l)	710
Sulfate (mg/l)	150,37
Phosphate (mg/kg MS)	83,50
Fer (mg/kg MS)	26,644
Zinc (mg/kg MS)	4015
Chrome (mg/kg MS)	340
Plomb (mg/kg MS)	6,6
Cuivre (mg/kg MS)	210
Cadmium (mg/kg MS)	10

Tableau n°10

Station n°2

Date: 28/4/84

heure: 9^h 45^{mn}

Parametres	valeurs
Couleur	Gris - noir
Odeur	Mazout
Température (°C)	18
pH	8,7
Conductivité (mS/cm)	2,2
Humidité (%)	78,97
Matière sèche à 105°C (%)	20,17
Matière organique (%)	6,92
Matière volatile (%)	7,01
D.C.O (mg/g)	-
Chlorure (mg/l)	262,4
Sulfate (mg/l)	169,96
Phosphate (mg/Kg MS)	97,80
Fer (mg/Kg MS)	24850
Zinc (mg/Kg MS)	3690
Chrome (mg/Kg MS)	320
Plomb (mg/Kg MS)	4,9
Cuivre (mg/Kg MS)	203
Cadmium (mg/Kg MS)	5

La matière organique et la matière volatile.

Les teneurs en matière organique des boues des stations, sont très faibles si on les compare aux teneurs moyennes des boues résiduaires urbaines qui varient entre 40 et 80%. ce qui exclue leur épandage agricole car elle ne fermentent pas. Il est de même pour les matières volatiles, puisque les matières organique peuvent être assimilées aux matières volatiles.

La D.C.O

La mesure de la D.C.O pour les boues differt peu de celle de l'eau. Après homogénéisation et séchage à 105°C à l'étuve pendant la nuit, on pulvérise au mortier et piston l'échantillon pour le ramener à consistance uniforme. On pese une vingtaine de mg du matériaux pulvérisé, on le transfert dans un flacon à D.C.O; avec nettoyage du papier à l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un volume de 20 ml. Puis on fait l'analyse au bichromate; comme celle de l'eau.

Les résultats obtenus.

Station n°1: la D.C.O varie entre 49 et 115 mg/g.

Station n°2: elle varie entre 73 et 132 mg/g.

Comparées à celle des boues urbaines (300 - 400 mg/g), sont très faibles. Ce qui montre le caractère industriel des boues et leur pauvreté en matières oxydables, surtout la matière organique.

Les chlorures

Les teneurs en chlorures apparaissent importantes pour les deux stations. Les quantités retrouvées proviennent probablement des chlorures de décapage et de l'utilisation de l'acide chlorhydrique au -

niveau des stations de traitement.

Les sulfates

Les valeurs des sulfates retrouvées sont dues surtout à l'utilisation de l'acide sulfurique et au sulfate de fer.

Les phosphates:

Les quantités de phosphates montrent que ces boues sont peu riches en phosphore, d'où l'épandage agricole des boues est à écarter.

Le phosphore sous forme soluble se trouve dans la partie inorganique. L'analyse nécessite une minéralisation, le phosphore est de cette façon sous forme d'orthophosphate. La minéralisation est faite par une attaque à l'acide chlorhydrique et nitrique (annexe I)

Les cyanures.

Malheureusement et pour des raisons indépendantes de notre volonté, nous n'avons pu effectuer de dosage des cyanures.

Cependant, selon (6) les valeurs trouvées avant et après traitement, nous laisse dire qu'il existe un taux de cyanure important.

La contrainte repose sur le fait que les boues renferment de petites quantités de cyanures de métaux lourds insolubles, qui ont échappé à l'oxydation. Ces cyanures inoffensifs en soi, peuvent devenir dangereux s'ils sont mis en contact avec des boues contenant des agents complexants. Ces complexants peuvent fixer le métal combiné au cyanure, ce qui a pour effet de libérer le cyanure, qui peut passer en solution.

Remarque:

Pour tous les paramètres précédents: pH, température,

il n'existe pas de normes spécifiques au boues.

Les métaux lourds:

Pour le dosage des métaux, la mise en solution par méthode de minéralisation est nécessaire.

D'après les études publiées, la spectrométrie d'absorption atomique est la méthode la plus couramment utilisée. Bien que cette méthode nécessite de mettre l'échantillon en solution afin de pouvoir réaliser le dosage (27)

Il existe de nombreuses méthodes de minéralisation des échantillons fondées pour la plupart sur une calcination suivie d'une reprise acides.

Nous avons opté pour la méthode d'attaque $HCl-HNO_3$ après calcination à $450^\circ C$, vu sa simplicité; les moyens disponibles et d'après (27) cette méthode a donné de bon résultats.

Les métaux que nous avons pu doser sont,

Le fer

Les teneurs en fer sont acceptables, comparées à celles rencontrées dans le sol qui varient entre 10.000 et 50.000 mg/kg. Les quantités retrouvées sont dues aux bains de décapage de fer et lors du traitement des eaux (sulfates ferreux).

Le plomb, Le cuivre et le cadmium.

Les teneurs en plomb, zinc, cuivre et cadmium sont relativement faibles et sont conformes aux normes AFNOR.

Le zinc

En comparaison avec les normes AFNOR et les valeurs trouvées, nous estimons que les boues des deux stations excèdent légèrement la norme. Les quantités retrouvées proviennent probablement des cabines peinture car cette dernière est à base d'oxyde de zinc, ainsi qu'au bain de décapage d'acier.

Le chrome

Pour la station n° 2, la présence de chrome est infime par rapport à celle de la station n° 1. Dans cette dernière le chrome se trouve à des teneurs très importantes. Cette importante quantité provient essentiellement du bâtiment tôlerie - Emboutissage au niveau du bain galvanique de chromatage, où le déversement des eaux chromiques est excessive.

7.6. Conclusion

D'après les résultats expérimentaux obtenus lors de ces différentes analyses, nous pouvons conclure que les boues des deux stations sont peu riches en matière organique, leur taux d'humidité résulte du traitement appliqué et la matière toxique représentée par les métaux lourds est conforme aux normes AFNOR, exception faite au zinc et au chrome pour les deux stations.

Ces boues sont donc très dangereuses pour l'utilisation agricole et pourront être éparpillés au niveau d'une décharge.

Tableau n° 11

Comparaison des teneurs en métaux lourds des boues urbaines et des boues industrielles étudiées (31)

Métaux	Teneurs en mg/kg de matière sèche des boues domestiques	Teneurs en mg/kg de MS des boues industrielles. Station 1	Teneurs en mg/kg MS des boues industrielles. Station 2
Zinc	2000 à 3000	5357 à 9000	3940 à 4650
Cuivre	200 à 1000	40 à 80	70 à 150
Plomb	100 à 300	1,5 à 5,2	2,2 à 5,2
Chrome	50 à 200	1700 à 2100	295 à 360
Cadmium	5 à 15	4 à 8	4 à 8
Fer	—	17473-52000	22000 à 28500

CONCLUSION
ET
RECOMMANDATIONS

Nos recherches, même partielles, nous ont apporté des précisions analytiques sur la nature des boues et du terrain de décharge et nous ont permis de tirer quelques conclusions et recommandations.

D'après les résultats expérimentaux obtenus, nous pouvons conclure que les boues des deux stations de la SNVI/CVI sont considérées comme toxiques du fait des teneurs importantes en chrome et en zinc ; malgré les faibles teneurs des autres métaux.

Ces boues contiennent 78 à 83% d'eau, leur poids spécifique est de 1,05 pour la station n°1 et 1,07 pour la station n°2. Elles sont peu riches en matière organique, ce qui les caractérise des boues urbaines. Elles ne peuvent être incinérées, et n'ont aucune valeur agricole. La concentration en métaux lourds interdit toute fermentation de ces boues.

- La récupération des métaux est intéressante, seulement c'est une méthode qui demande beaucoup de soin, et une technologie très coûteuse, puisque les boues seront hydratées à 20%. Mais le prix des métaux récupérés peut compenser les frais de cette opération.

En tenant compte des valeurs fixées par la norme AFNOR, ces résultats d'analyses nous ont conduit à proposer certaines solutions pour bien mener leur évacuation dans le milieu naturel.

D'autres solutions ne sont pas favorables du point de vue technique et surtout économique, vu la faible quantité de boues

produite.

Nous avons envisagé les possibilités suivantes :

- La fixation :

Pour éviter l'entraînement des nuisances, un corps doit être :

- Solide pour qu'il ne se répande pas hors du lieu où il a été déposé.

- inerte chimiquement, en particulier insoluble.

Cette technique peut être utilisée, comme un traitement pour les boues avant d'être mises en décharge, ou utilisées comme remblai pour la confection des terrains de sport, et d'autres usages de génie civil ; puisque ces boues sont devenues semblables à une terre quelconque.

- Une autre solution qui ne peut que rarement être appliquée aujourd'hui, mais qui, pour l'avenir devrait de plus en plus entrer en ligne de compte, est la calcination et par suite, la minéralisation complète et l'insolubilisation dans les usines d'incinération d'ordures. Les boues incinérées avec les ordures ménagères, sont ainsi amenées à une forme insoluble, de sorte que la mise en décharge des faibles quantités de scories produits ne soulève pas de difficultés. Si les possibilités citées ne peuvent être réalisées, il ne reste que la décharge.

De toute manière, suivant les résultats obtenus et vue la nature du terrain où elles sont déversées, elles ne posent pas de problème en ce qui concerne le risque de contamination des eaux souterraines,

mais toutefois certaines mesures sont indispensables, aussi bien au niveau du complexe qu'au niveau de la décharge.

1. Au niveau du complexe.

Agir au niveau des bains de rinçage, en vue d'une récupération des métaux et de diminuer les quantités de polluants rejetés, surtout au niveau du bâtiment Tolerie-Emboutissage (T.E) où les teneurs en chrome sont importantes; en faisant un rinçage de récupération.

2. Au niveau de la décharge.

- Étanchéité du fond de la décharge. Plusieurs solutions peuvent être envisagées.
 - film élastomères: polyéthylène, butyle, polyamine, etc....
 - béton hydraulique.
- Éviter l'implantation des décharges sur des terrains inclinés (30%)
- Recouvrir la décharge par des matériaux peu perméables pour limiter les volumes d'eau de percolation
- Surveiller par des puits de contrôle, les eaux souterraines par des analyses physiques et chimiques régulières.
- Des mesures d'imperméabilisation supplémentaires peuvent alors être appliquées sur les côtés, ou même aussi vers le bas, avec des tuyauteries de drainage éventuelles débouchant dans un bassin contrôlé.

ANNEXES

Tableau n° 12

Teneurs en métaux lourds rencontrées (20)
dans les sols, les végétaux, et limites fixées par AFNOR

Métaux	teneurs moyennes des sols	teneurs des végétaux	Valeurs limitées fixées par la norme AFNOR AFNOR U44.041
Zinc	50	15 - 150	3000
Cuivre	20	3 à 40	500
Plomb	10	0,05 - 0,2	300
Chrome	200	0,1 - 0,5	200
Cadmium	0,5	-	20

Tableau n°13.
Concentrations toxiques chez
Les animaux et chez les humains (14)

	rat	mouton	bovins	humains
Cuivre	500 mg/kg*	50 à 60 mg/kg*	-	20 mg/kg*
Zin	5000 ppm**	100 ppm**	900 ppm**	10-12 mg/j ⁺
Nickel	1600 **	-	-	-
Chrome	-	-	-	50 ppm**
Plomb	-	-	-	0,4 j ⁺
Mercur	-	-	-	20 g/j ⁺
cadmium	5 ppm**	-	-	5 ppm/j ⁺

* mg/kg représente la quantité de métal contenu dans 1 kg d'aliment

** relative à la concentration dans l'eau de poisson

+ est rapportée à la quantité d'aliment ingérée chaque jour.

1-Matière sèche à 105°C: (21)

Principe: Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

$$MS = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad \%$$

m_0 : tare de la capsule.

m_1 : poids de la capsule contenant l'échantillon brut.

m_2 : poids de la capsule contenant l'échantillon sec.

2-Détermination de la matière organique: (21)

La matière organique est mesurée par une méthode approximative qui se base sur la calcination à 105 et 550°C.

3-Détermination de la matière volatile: (21)

Le résidu rend compte de la teneur en matières volatiles gazeifiées à 550°C à partir du résidu de boue séchée à 105°C.

Le résidu à 105°C est porté pendant deux heures à 550°C dans un four.

$$M.V (\%) = \frac{\text{Poids du résidu sec} - \text{Poids du résidu calciné}}{\text{Poids du résidu sec}}$$

4-Détermination de l'humidité (taux) (28)

Placer dans une capsule tarée P, un poids P_1 d'échantillon. Sécher

la boue en plaçant la capsule dans une étuve réglée à 105°C.

Laisser la capsule à l'étuve jusqu'à obtention d'un poids constant P_2 .

$$\text{Humidité} (\%) : \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P} \times 100$$

5-Détermination de la D.C.O: (21)

Principe: oxydation par un excès de bichromate de potassium en milieu acide et à ébullition des matière oxydables, en présence de sulfate d'argent (rôle catalyseur) et de sulfate de mercure (complément) des chlorures.

6-Détermination des chlorures: (28)

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

7-Détermination des sulfates (par turbidimétrie). (29)

Cette méthode beaucoup plus rapide, est suffisamment précise pour les déterminations habituelles. Dans ce cas, il faut maintenir le précipité de $BaSO_4$ en suspension grâce à un agent stabilisant comme la glycérine ou la gélatine. La teneur en sulfates est alors reliée à la turbidité de la suspension. Plusieurs précautions doivent être prises: il faut travailler en milieu très acide pour décomposer les carbonates car $BaCO_3$ est, lui aussi, insoluble. Il faut également précipiter les sulfates sous forme de cristaux de $BaSO_4$ aussi uniforme que possible.

La turbidité peut être mesurée par opacimétrie (photomètre).

L'appareil doit être étalonné grâce à des solutions de concentrations connues, en sulfates et traitées de la même manière que les échantillons inconnus.

8- Methode de mise en solution ou minéralisation (27)

Sécher à 105°C l'échantillon, puis le broyer au mortier.

- Attaque à l'acide chlorhydrique et nitrique à prés calcination à 450°C en présence de nitrate d'ammonium.

Placer 1 à 2g de boue dans une capsule (en platine ou silice), ajouter du nitrate d'ammonium (solution à 10%) à raison de 2ml /g d'échantillon.

Homogénéiser et sécher dans l'étuve à 110°C . Mettre la capsule dans un four froid et calciner 2 heures à 450°C .

Prendre le résidu de calcination par quelques ml d'eau et le transférer dans becher; rincer la capsule avec 2 fois 5ml de HCl, chaud, puis 2 fois 5ml d'eau bouillante et transvaser dans le becher. ajouter 5ml de HNO_3 , et porter à douce ébullition pendant 10 mn évaporer à sec.

Prendre le résidu par 20ml de HCl (2N); chauffer jusqu'à ébullition, puis filtrer sur papier filtre et recueillir le filtrat dans un ballon jaugé de 100 à 200ml, laver le becher et le filtre avec 10ml de HCl (2N) et 2 à 3 fois avec l'eau bouillante.

Laisser refroidir, amener au trait de jauge avec de l'eau.

9- Détermination des phosphates (28)

Après minéralisation par attaque HCl- HNO_3 , le phosphore est de cette façon sous forme d'orthophosphates.

Ils sont dosés, en milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium. Les orthophosphates donnent un complexe phospho-

molybdique qui, réduit par SnCl_2 et en présence d'acide prend une couleur bleue, susceptible d'un dosage colorimétrique.

10 Détermination des métaux lourds après minéralisation: (29)

La photométrie d'absorption atomique (A.A) constitue la méthode de choix pour doser les métaux. L'échantillon étudié est aspiré et atomisé dans une flamme. Cette flamme est traversée par un faisceau lumineux fourni par une source de raies et dont la longueur d'onde est sélectionnée par un monochromateur. Chaque élément absorbe certaines radiations caractéristiques, ce qui permet l'analyse qualitative d'un mélange. De plus, un détecteur photosensible mesure l'intensité de la lumière absorbée par la substance atomisée dans la flamme. Cette absorption étant reliée à la concentration dans l'échantillon de l'élément considéré, il y a possibilité d'analyse quantitative.

éléments	longueurs d'onde (nm)
Cd	228,8
Cr	357,9
Cu	324,7
Fe	248,3
Pb	283,3
Zn	213,9

11- Poids spécifique: (21)
par densimètre.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALEXEEV. V. Analyse quantitative. édition Mir. Moscou. 1980
2. ALEXEEV. V. Analyse qualitative. édition Mir. Moscou. 1980
3. AMMANN. P. Etude des métaux dans une station d'épuration T.S.M n° 11. 1977 pp 475-482.
4. BEAUDRY. J.P. Traitement des eaux. Canada. Le Griffon d'argile inc. 1984.
5. BECHAC. J.P.; BOUTIN. P. MERCIER. B.; NUER. P. Traitement des eaux usées. Paris. Ed Eyrolles 1984.
6. BOUCHENE F.Z. Contribution à l'amélioration du suivi des eaux de rejet du CVI (Rouiba), méthodologie de prélèvement et de contrôle périodique. P.F.E 1987
7. BLONDEAU. F. Le traitement centralisé des boues T.S.M n° 6. 1975 pp 231.-238.
8. DEGREMONT. Mémento technique de l'eau. Paris. 1979.
9. DIF. Y. Contribution à l'élimination des cyanures de l'eau résiduaire de la SNVI. P.F.E 1987.
10. DIVET. L et PIERRE. S. Traitement des eaux. Qu'esais-je. 1980.
11. EBERT. H. Chimie technique. McGraw Hill. Paris 1985.
12. ECKENFELDER W.W. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Paris. technique et documentation lavoisier 1982.
13. FRILLANT. G. Les décharges contrôlées de résidus urbain. Risque de pollution des eaux. bull. Liaison. Petch n° 125. 1983.

14. GAÏD. A. Epuration biologique des eaux résiduaires. Alger O.P.U 1984.
15. GOMELLA. C et GHERREE. Le traitement des eaux publiques industrielles et privées. Paris. Eyrolles. 1978.
16. LEVESQUE. L. Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Chrome, cuivre, nickel rapport n°6. AFEE. Paris 1979.
17. LEVESQUE. L. Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Zin et cadmium rapport n°4. AFEE. 1978.
18. LEVESQUE. L. Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Plomb et étain. AFEE. 1976.
19. LEROY. J. B. Les déchets et leurs traitements. Que. sais-je. 1981.
20. LEGRET. M. Les métaux lourds dans les boues de stations d'épuration valorisation agricole et extraction des métaux toxiques. bull. Liaison. Lab. Petch n°129. 1984.
21. LACÉE. C Analyse des boues. AFEE. Paris. 1985.
22. MAKHOUKH. M. O. Les résidus urbains du grand Alger, réaménagement de la décharge d'Oued-Smar. P. F. E 1983.
23. MATTHESS. G. Pollution de l'eau souterraine par les décharges T. S. M n°2 1976.
24. MEINK. F., STOFFM., KOHLSHTTER. H Les eaux résiduaires industrielles Paris. Masson. 1977.
25. Romade. F. Précis d'écologie appliquée. Paris. McGraw Hill. 1982.

- 26- RAMADE.F. *Écotoxicologie*. Paris Masson. 1979.
27. ROBBÉ.D *Evaluation critique de la variabilité des mesures lors de la détermination des micropolluants dans les sédiments et les boues d'épuration*. Bull. Liaison Labo. Petch n°136. 1985
28. RODIER.J. *Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer*. Ed 7^e. Dunod. Paris. 1984.
29. TARDAT-HENRY.M; BEAUDRY.J.P. *Chimie des eaux Canada Le Griffon d'argile inc.* 1984.
30. THOMAS.O, SZYMANSKI et MARTIN-BOUTER.M. *Impact d'une décharge contrôlée sur la qualité des eaux souterraines, pollution par des métaux lourds*. Trib. cébé deau N°511-512. 1986
- 31- VELLAUD.J.P. *La technique de l'eau et de l'assainissement* n° 411 Mars. 1981.
- 32 VILAR.J.C. *L'élimination des déchets industriels par mise en décharge et recyclage*. L'eau. Industrie et nuisance n°97. 1986
- 33- WEINER.R *Épuration des eaux résiduaires dans la transformation et la galvanisation des métaux*. Paris. Ed. Eyrolles. 1975

Les renseignements relatifs au complexe SNVICVI ont été gracieusement fournis par les responsables du complexe.

