



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

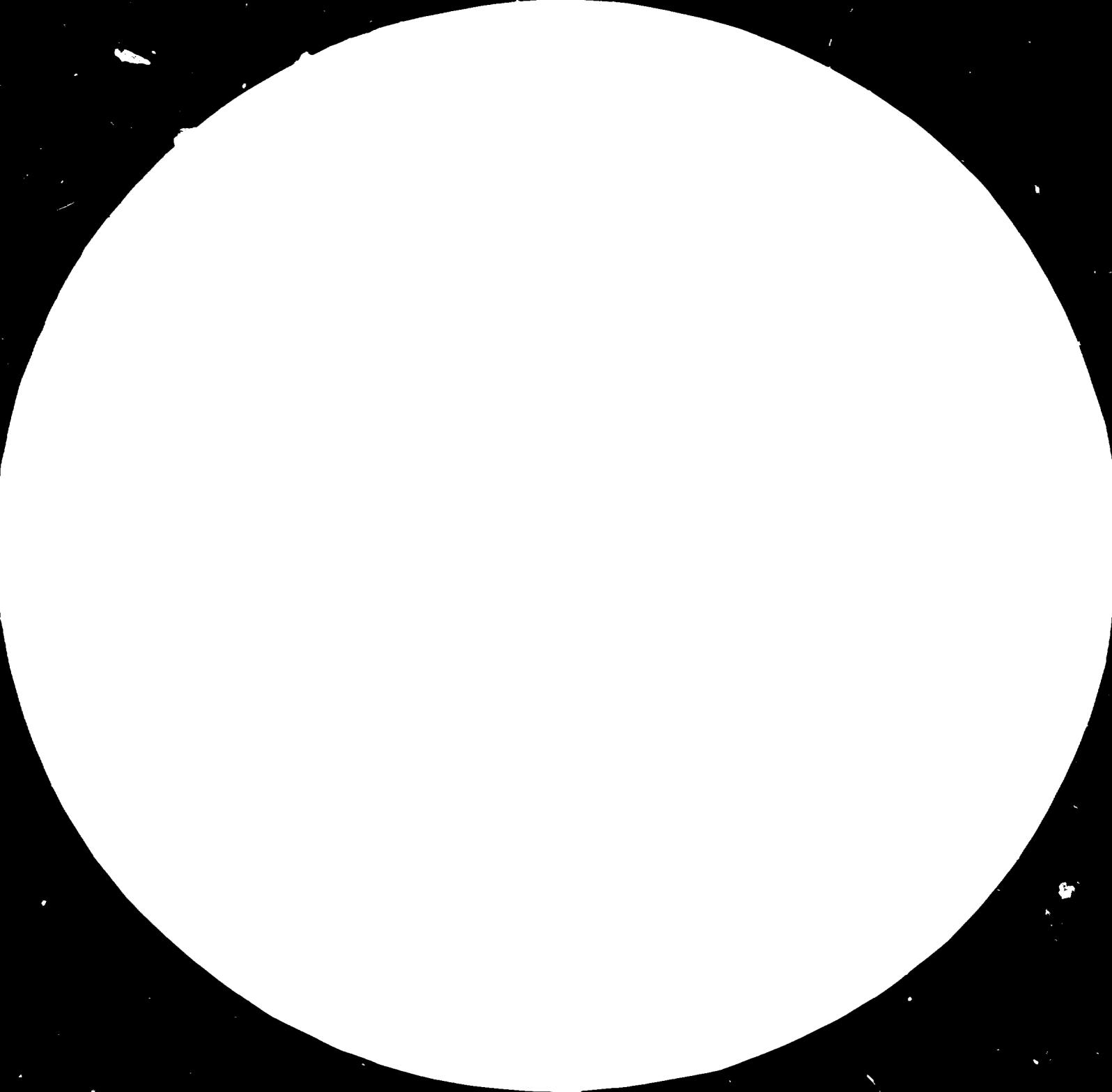
## FAIR USE POLICY

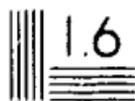
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





28 25



W. S. GEORGE, JR., *Editor*  
J. W. WILSON, *Editor*  
J. H. WILSON, *Editor*

12394

Haute Volta.

ASSISTANCE A LA SOCIETE VOLTEX SUR LA PURIFICATION DES EAUX

(PHASE II)

SI/UPV/81/803

HAUTE VOLTA

Rapport final\*

Etabli pour le Gouvernement de la Haute Volta  
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,  
agent d'exécution pour le compte du Programme  
des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de Vladimir Zupkovic,  
Ingénieur spécialisé dans le contrôle  
des eaux industrielles

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel  
Vienne

\* Ce document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

L'AU C'EST LA ( /IE

("Santé du monde" l'OMS)

ET LA ORT AUSSI !

Vladimir

INSPECTION DES EAUX ET FORETS

N° 261/I.F.B.

"J'ai l'honneur de vous rendre compte... de l'un des cas de pollution de la rivière ZOKAPOUGUE par les eaux usées .... de l'usine ... Cette situation est d'autant plus grave qu'elle a entraîné les conséquences suivantes :

- mort de 9 personnes
- mort de la faune aquatique (poissons)
- mort de caïmans
- mort de porcs
- empoisonnement de l'eau (pour les villageois riverains)
- pollution donc de l'Environnement".

CONTROLEUR DES EAUX ET FORETS  
A MONSIEUR LE SECRETAIRE GENERAL  
DE L'ENVIRONNEMENT

HAUTE-VOLTA, le 16 Juillet 1981.

## CONTENU DE L'ETUDE

1.0.	ETUDE DES DONNEES DE BASE DES SOURCES ACTUELLES ET POTENTIELLES DE POLLUTION DES EAUX USEES DANS L'USINE DE TEXTILES VOLTEX.....	2
1.1.0.	ACTIVITE ET CAPACITE DE L'USINE - SOURCES DE POLLUTION.....	3
1.2.0.	CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES.....	9
1.3.0.	METHODE ACTUELLE D'EVACUATION DES EAUX USEES DE L'USINE "VOLTEX".....	11
1.4.0.	RESULTATS DES EXAMENS PRELIMINAIRES....	13
1.4.1.	ESTIMATION DU DEBIT ENTRANT.....	14
1.4.2.	ESTIMATION DU REJET DES EAUX USEES.....	20
1.4.3.	DONNEES DE BASE POUR LE PROCESSUS TECHNOLOGIQUE.....	23
1.5.0.	INFLUENCE SUR L'ENVIRONNEMENT.....	24
2.0.	NORMES DE QUALITE POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES - VALEURS LIMITEES -.....	26
3.0.	CHOIX DU PROCESSUS D'EPURATION.....	29
4.0.	ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT (VARIANTES).....	38
5.0.	EVALUATION DES FRAIS D'EXPLOITATION (VARIANTES).....	43
6.0.	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	47
7.0.	ANNEXES.....	51
7.1.	DESCRIPTION DE POSTE	
7.2.	PERSONNALITES RENCONTREES PENDANT LA MISSION	
7.3.	AN OUTLINE OF INNOVATION SOLLUTIONS OF WASTE WATERS PRETREATMENT IN THE TEXTILE AND LEATHER INDUSTRIES	
7.4.	LITERATURES	
7.5.	BASE POUR UN PROGRAMME DE LA PROTECTION DES EAUX USEES INDUSTRIELLES.	
7.6.	LE LABORATOIRE EQUIPE POUR LES DIFFRENTES ANALYSES SUR LES EAUX.	
7.7.	REVISIONS DES RAPPORTS EXISTANTS	

1.0. ETUDE DES DONNEES DE BASE DES SOURCES ACTUELLES  
ET POTENTIELLES DE POLLUTION DES EAUX USEES DANS  
L'USINE DE TEXTILES VOLTEX

Pour la bonne définition d'une station de traitement des eaux résiduaires, il est nécessaire de pouvoir disposer des données suivantes, établies avec soin :

- volumes journaliers,
- débuts horaires minimal et maximal,
- composition de l'eau d'appoint à l'usine,
- fabrications continues, discontinues,
- importance et périodicité des pointes de pollution,
- possibilité de séparation des circuits,
- possibilité de traitements ou de recyclages locaux ou partiels,
- pollutions secondaires, même faibles ou occasionnelles, pouvant perturber gravement le fonctionnement de certains organes des équipements de traitement (fibers, huiles, sables, etc).

Dans le cadre de l'étude d'une usine nouvelle, ces données recueillies après l'analyse des fabrications, sont à comparer avec des renseignements provenant d'usines existantes.

Dans le cadre de l'aménagement d'une usine existante, il est utile de procéder à la comparaison des quantités de polluants décelés par l'analyse continue et systématique des effluents, avec les consommations de produits chimiques de l'usine et de l'eau.

Pour l'évaluation du degré, les données de base de pollution des eaux usées dans l'Usine de Textiles Voltex sont :

- activité et capacité de l'usine,
- processus technologiques dans l'usine,
- caractéristiques des eaux usées,

- méthode actuelle d'évacuation des eaux usées de l'usine,
- caractéristiques des eaux de récipient et
- normes de qualité pour les eaux usées industrielles - valeurs limites.

#### 1.1.0. ACTIVITE ET CAPACITE DE L'USINE - SOURCES DE POLLUTION

L'industrie textile comprend essentiellement deux types d'activités :

- l'activité mécanique (filtrature, tissage...) qui n'engendre qu'une très faible pollution (à l'exception des ateliers de peignage et de lavage des laines),
- la finition textile (ou ennoblissement) qui regroupe les opérations de blanchissement, de teinture, d'impression et d'apprêt.

Cette deuxième activité, généralement très polluante, est caractérisée par :

- la dilution de la pollution, due, très souvent à l'utilisation massive d'eau aux rinçages,
- une coloration intense qui est fonction du colorant employé et de sa technique d'utilisation.

Parmi les colorants, on distingue :

- les colorants rejetés à l'état dissous : colorants dits "acides", "basiques", "à mordants", "réactifs",
- les colorants rejetés à l'état solide, "de cuve", "d'oxydation", "dispersés", "naphtols" (solubles à certains points), "pigmentaires", "colorants au soufre"...

Les autres polluants comprennent :

- des acides organiques (généralement biodégradables) et minéraux ;
- des alcalis (soude, carbonate) ;

- des oxydants, provenant du blanchiment qui se fait à l'eau oxygénée, à l'eau de Javel, au chlorite ou au préborate, ou constitués par les bichromates, révélateurs de certains colorants ;
- des réducteurs (hydrosulfite et sulfite de sodium) ;
- des adjuvants (mouillants et détergents) ;
- des produits de mercerissage et d'apprêt (amidon, alginate, enzymes, carbométhylcellulose...) ;
- des émulsifiants : alginates et white-spirit utilisés pour la préparation des pâtes d'impression.

#### DONNEES DE BASE - VOLTEX

##### ANNEE 1980

Comptant 930 salariés de Mai 1980 à nos jours, la Société VOLTEX figure un des plus importants employeurs de Haute-Volta.

Son activité est liée à la valorisation industrielle du coton voltaïque qui subit les processus suivants :

- filtrature
- tissage
- blanchiment
- teinture des pièces et des fils
- impression
- confection et bonneterie.

La capacité de l'usine est de :

##### Année 1980

- |                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| - de fils en bobine et de tricots | 500 t/an       |
| - teints imprimés                 | 8.000.000 m/an |
| - dont tissus à l'usine           | 6.000.000 m/an |
| - et importés                     | 2.000.000 m/an |

Année 1982

DESCRIPTION DU PROCESSUS DE FABRICATION

A - IMPRIMES (Circuit de fabrication) :

1. Caustification/Désencollage (Soude caustique 22° Bé)
2. Blanchiment à l'eau oxygénée
3. Lavage (au large)
4. Naphtolage
5. Impression
6. Fixation à froid (bain alcalin)
7. Lavage
8. Apprêts.

B - TEINTURE FIL

1. Blanchiment au chlorite de soude
2. Teinture
3. Essorage
4. Séchage
5. Empaquetage.

La capacité de l'usine est de :

Année 1982

- matières entrées

- 6,5 t/jour (coton)
- 130,0 t/mois (coton)
- 1 430,0 t/an (coton)

- produits finis

- tissus 3 t/jour
- 75 t/mois
- 774 t/an
- fils 1,8 t/jour
- 45,0 t/mois
- 464,4 t/an.

- produit intermédiaire
  - fils 4,0 t/jr.
  - 100,0 t/mois
  - 1 032,0 t/an

Total des produits chimiques consommés : 492 t/an

Total des colorants consommés : 51 t/an

---

Ratios de consommation

- 523 kg de produits chimiques pour  
100 kg de matière traitée.
- 59 kg de colorants pour  
100 kg de matière traitée.

QUANTITE DES EAUX

<u>Débit entrant</u>	<u>1 500 m<sup>3</sup>/jr (100%)</u>
- technologie	1 410 m <sup>3</sup> /jr ( 94 %)
- sanitaire	90 m <sup>3</sup> /jr ( 6 %)

Rejet d'eaux usées

- min.	800 m <sup>3</sup> /jr
- max.	1 200 m <sup>3</sup> /jr
<u>- med.</u>	<u>1 070 m<sup>3</sup>/jr</u>

Perte du réseau 19,5 - 25,6 %

SOURCE DE POLLUTION - VOLTEX

Pendant que la filature et le tissage n'engendrent qu'une quantité négligeable d'eaux usées, ce sont les finitions (soit le blanchiment, l'impression et la teinture) qui sont les prin-

cipales sources d'eaux résiduelles.

## A - IMPRESSION

### A-a. Lavage continu au large

- Lavage après caustification, pour l'élimination de la soude caustique et des produits d'encollage ;
- Lavage après blanchiment. Le bain de blanchiment élimine du tissu, les impuretés acquises ou naturelles, par l'action d'un bain de chlorite de soude. Le tissu est ensuite lavé au large.
- Lavage après impression. Pour le lavage, sont utilisés en général, du savon et du carbonate de soude, du mouillant et de l'acide acétique. Le lavage élimine du tissu, les différents produits chimiques, tels que soude caustique, chlorite de soude, produits d'encollage, naphthols et colorants divers.

### A-b. Lavage des cadres

Après l'impression, les cadres sont lavés avec de l'eau en pression. En moyenne, 12 à 15 cadres sont lavés par jour.

### A-c. Lavage des fûts des colorants

Pour l'impression, sont utilisés des colorants réactifs, naphthols, phtalogènes et pigmentaires, qui sont préparés dans des fûts. Quand on change la couleur, les fûts sont lavés.

En moyenne, sont lavés 10 fûts par jour contenant chacun 3 litres de colorants résiduels (concentration : 40 g/l).

## B - TEINTURE FILS ET TRICOTS

B-a. Blanchiment autoclave des écheveaux

B-b. Blanchiment autoclave de la bobine

B-c. Rinçage des écheveaux

B-d. Teinture en autoclave pour les tricots et les bobines.  
Des colorants directs, réactifs et naphthols sont employés.  
Il y a un autoclave utilisé pour 4 teintures par jour.

On décharge pour chaque teinture :

- un bain de teinture : Vol. 2,5 m<sup>3</sup>
- un bain de lavage : Vol. 2,5 m<sup>3</sup>
- deux bains de rinçage : Vol. 2,5 m<sup>3</sup>

B-e. Teinture indigo en autoclave. Des colorants au soufre et basique sont utilisés. On décharge :

- un pré-bain de teinture : vol. 3 m<sup>3</sup>
- un bain de lavage : vol. 3 m<sup>3</sup>
- un bain de teinture : vol. 3 m<sup>3</sup>

B-f. Teinture des écheveaux. Des colorants directs, naphthols et basiques sont employés. On décharge pour chacune des six (6) teintures par jour :

- un bain de teinture, vol. 0,400 m<sup>3</sup>
- un bain de lavage, vol. 0,800 m<sup>3</sup>
- un bain de rinçage, vol. 0,800 m<sup>3</sup>

B-g. Teinture indigo des écheveaux. Des colorants au soufre et basiques sont employés. On décharge, pour chacune des six (6) teintures par jour :

- un bain de teinture, vol. 0,400 m<sup>3</sup>
- un bain de lavage, vol. 0,800 m<sup>3</sup>
- un bain de rinçage, vol. 0,800 m<sup>3</sup>

### C- LES EAUX USEES DOMESTIQUES

Pour les différents services des toilettes, douches, etc, l'utilisation d'eau est de 0,040 m<sup>3</sup> par jour et par employé.

Soit :

$$930 : 0,040 = 37,2 \text{ m}^3 \text{ par jour.}$$

### EVALUATION DU DEBIT TOTAL MAXIMUM DES EAUX USEES DE L'USINE :

vers 1 200 m<sup>3</sup> par jour.

## 1.2. CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES

L'effluent global de l'ennoblissement textile (du coton et des fibres artificielles) est caractérisé par les valeurs typiques suivantes :

- Débit	80 à 400 m <sup>3</sup> par tonne de fibre
- pH	3 à 12 (le plus souvent basique)
- DCO	200 à 1 200 g/m <sup>3</sup>
- DBO <sub>5</sub>	60 à 400 g/m <sup>3</sup>
- DCO	.
<u>DBO<sub>5</sub></u>	2,5 à 6.

(il s'agit surtout de duvets, bourre ou de fibres).

Comme les eaux usées de chaque usine et les eaux usées de l'usine VOLTEX varient fortement (quantité et qualité) dans le temps, en ce qui concerne le débit, la coloration et la composition chimique en général, suivant les différentes phases de la production, il est très difficile de déterminer les caractéristiques moyennes avec des échantillons instantanés.

En plus, l'usine n'a pas actuellement de laboratoire équipé pour les différentes analyses sur les eaux, ce qui a empêché de faire des analyses même sur des échantillons instantanés.\*

Se basant sur les analyses des eaux usées de l'usine de coton VOLTEX qu'on doit effectuer sur les échantillons, prises continuellement par les équipes de toutes les trois tours/cycle de 24 heures, on pourrait définir :

- la tendance générale et la charge dynamique de l'effluent par DBO<sub>5</sub>, des matières actives superficiellement, la tendance générale du débit, de l'effluent et la tendance générale DCO de l'effluent ;
- la charge dynamique exprimée en HE (de l'habitant équivalent) ;

---

\* Voir Annexe 7.6.

- le rapport fonctionnel  $DBO_5 = f(DCO)$  ;
- la vitesse de la réaction biochimique des eaux usées de cette nature, par approximation de la réaction biochimique du premier ordre.
- l'influence des eaux usées sur le cours d'eau.

Il faudrait essayer les possibilités de traitement de ces eaux usées sur les échantillons, pris continuellement au cours de 8 et 24 heures. Néanmoins, étant donné que les valeurs décrites ci-dessous sont interpolées, et qu'elles n'ont pas été vérifiées avec des analyses directes, on ne prendra ces ordres de grandeur qu'avec la plus grande prudence (Mr. Alfredo Margola):

- eau fortement et différemment colorée
- pH 75 - 11,5
- matières sédimentables (ml/l) : 0,2 - 0,5
- matières en suspension totale (mg/l) : 40 - 100
- DCO (mgO<sub>2</sub>/l) : 1000 - 2000
- DBO<sub>5</sub> (mgO<sub>2</sub>/l) : 400 - 800
- Détergents MBAS (mg/l) : 5 - 10
- Huiles et graisses rhécane solubles (mg/l) : 5 - 10

Il s'agit donc d'eau usées fortement colorées et alcalines, avec des indices élevés de matières organiques oxidables (DCO et DBO<sub>5</sub>).

Telles qu'elles sont à présent rejetées par l'usine VOLTEX, les eaux usées ne sont pas à donner pour l'alimentation du bétail, aussi bien pour la baignade ou les utilisations ménagères des villageois. En plus, elles entraînent un environnement anaérobie qui fait obstacle à la vie des organismes aquatiques ou des végétaux."

Il y a encore un problème, le receptacle des eaux usées de l'usine VOLTEX, le Marigot de Koudougou, pendant six (6) mois par an au moins est sans eau.

1.3. METHODE ACTUELLE D'EVACUATION DES EAUX USEES DE L'USINE

V O L T E X

A l'état actuel, toutes les eaux usées de l'usine VOLTEX sont évacuées du terrain de l'usine par un collecteur à plein ciel sans aucun traitement préalable. Elles s'écoulent vers un bas fond où il y avait un barrage qui permettait la formation d'un bassin de sédimentation. A présent, le barrage est ouvert et les eaux arrivent directement dans le "Marigot de Koudougou", un cours d'eau temporaire qui pendant la saison sèche, est alimenté presque uniquement par les eaux usées de Voltex. Cette rivière, après un parcours de 80 kms environ, le long duquel il baigne les villages de Palogo, Sigoré, Bangoutougou, Zesia, Zâmo ainsi que plusieurs cases dispersées en dehors des villages, se jette enfin dans la Volta Noire près de Boromossi.

Selon des observations directes, suivant le cours du "Marigot de Koudougou" avec une voiture, on a pu constater qu'en saison sèche, à cause de l'évaporation et en partie des infiltrations, le débit du Marigot diminue progressivement, en s'éloignant de Koudougou, jusqu'à disparaître complètement avant d'arriver à la Volta Noire.

Pendant la saison des pluies, au contraire, il est de toute évidence que la plupart des eaux rejetées par l'usine Voltex arrivent jusqu'à la Volta Noire.

Il faut enfin considérer qu'en saison sèche, la population entre Koudougou et Boromossi s'alimente en eau de puits, et que la Volta Noire est à présent utilisée sans aucun traitement pendant toute l'année, comme l'eau d'alimentation pour la population le long de son parcours.

Par conséquent, il existe trois problèmes à l'égard du droit international :



1.4.0. RESULTATS DES EXAMENS PRELIMINAIRES

BASE POUR

- ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT
- EVALUATION DE L'INFLUENCE SUR L'ENVIRONNEMENT
- EVALUATION DES FRAIS D'EXPLOITATION

1.4.1. ESTIMATION DU DEBIT ENTRANT

CONSUMATION DE L'EAU - VOLTEX					
ANNEE	Xn(m <sup>3</sup> /jr)	n	SX(m <sup>3</sup> /mois)	SX(m <sup>3</sup> /mois)	X(m <sup>3</sup> /jr)
1978					
Janvier	1 410,1	23	31 432	32 432	
Février	1 431,1	23	32 916	65 348	
Mars	1 674,4	27	45 209	110 557	
Avril	1 621,3	23	37 290	147 847	
Mai	1 668,3	23	38 372	186 220	
Juin*	1 561,04	23	35 904	222 124	
Juillet	1 424,0	23	32 750	254 874	
Août	1 640,8	23	37 739	292 613	
Septembre	1 547,1	13	20 112	312 725	
Octobre	1 051,5	22	23 133	335 858	
Novembre	1 232,5	21	25 656	361 514	
Décembre	1 232,5	24	29 581	391 095	
S 1978	1 457,0	268	391 095	-	

1 459,3

CONSOMMATION DE L'EAU - VOLTEX					
ANNEE 1979	Xn(m <sup>3</sup> /jr)	n	SX (m <sup>3</sup> /mois	SXcum(m <sup>3</sup> /m	X(m <sup>3</sup> /jr)
Janvier	1 478,2	19	28 086	28 086	
Février	1 479,2	20	29 584	57 670	
Mars	1 475,1	21	30 977	88 647	
Avril	1 439,0	23	33 097	121 744	
Mai	1 554,9	23	35 762	157 506	
Juin	1 980,0	6	11 880	169 386	
Juillet	1 527,5	24	36 660	206 046	
Août	1 417,0	23	32 591	238 637	
Septembre	1 405,7	18	25 303	263 940	
Octobre	1 388,2	23	31 929	295 869	
Novembre	1 455,1	21	30 557	326 426	
Décembre	1 455,1	20	29 101	355 527	
S 1979	1 504,6	241	355 527	-	

1 475,2

CONSOMMATION DE L'EAU - VOLTEX					
ANNEE 1980	Xn(m3/jr)	n	SX(m3/mois)	SXcum (m3/mois)	X (m3/jr)
Janvier	1 636,9	21	34 374	34 374	1 433,5
Février	1 637,7	24	39 304	73 678	
Mars	1 807,9	25	45 198	119 876	
Avril	1 578,8	25	39 471	158 347	
Mai	1 434,6	25	35 865	194 212	
Juin	1 427,0	21	29 967	224 179	
Jullet	989,8	25	24 745	248 924	
Août	1 174,3	22	25 835	274 759	
Septembre	1 440,9	25	36 022	310 781	
Octobre	1 462,8	25	36 571	347 352	
Novembre	1 262,4	25	31 560	378 912	
Décembre	1 350,5	23	31 062	409 974	
S 1980	1 433,6	286	409 074	-	

CONSOMMATION DE L'EAU - VOLTEX					
ANNEE 1981	X (m <sup>3</sup> /jr)	n	SX(m <sup>3</sup> /mois)	SX cummul (m <sup>3</sup> /mois)	X(m <sup>3</sup> /jr)
Janvier	1 215,9	20	24 319	24 319	1 246,2
Février	1 281,7	17	21 789	46 108	
S 1981	1 248,8	37	46 108	-	

CONSOMMATION DE L'EAU - VOLTEX			
Année 1982 jours	Temps (cumulatif)	Consommation de l'eau (m <sup>3</sup> /8h)	Consommation de (cumul.) (m <sup>3</sup> /8 h)
1.	8	590	590
	16	580	1 170
	24	450	1 620
2.	32	533	2 153
	40	413	2 566
	48	535	3 101
3.	56	510	3 611
	64	384	3 995
	72	569	4 564
4.	80	539	5 103
	88	454	5 557
	96	338	5 895
5.	104	556	6 451
	112	190	6 641
	120	325	6 966
6.			
7.	210	5 492	12 458
et			
8.			

CONSOMMATION DE L'EAU - VOLTEX				
ANNEE	X(m <sup>3</sup> /jr)	n	SX Cummul. (m <sup>3</sup> /jr)	Calcul (m <sup>3</sup> /mois)/25 jnt.
1er jour	1 620,0	3	1 620,0	40 500,0
2e jour	1 481,0	3	3 101,0	37 025,0
3e jour	1 463,0	3	4 564,0	36 575,0
4e jour	1 331,0	3	5 895,0	33 275,0
5e jour*	1 071,0	3	6 966,0	26 775,0
6e jour	1 464,5	3	8 430,5	36 612,5
7e jour	1 464,5	3	9 895,0	36 612,5
8e jour	1 464,5	2	11 359,5	36 612,5
S 1982	1 419,94	23	11 359,5	35 498,5

\*) Débit entrant : 1 071 m<sup>3</sup>/jr = 100 %

Rejet eaux usées : 797 m<sup>3</sup>/jr = 74,4 %

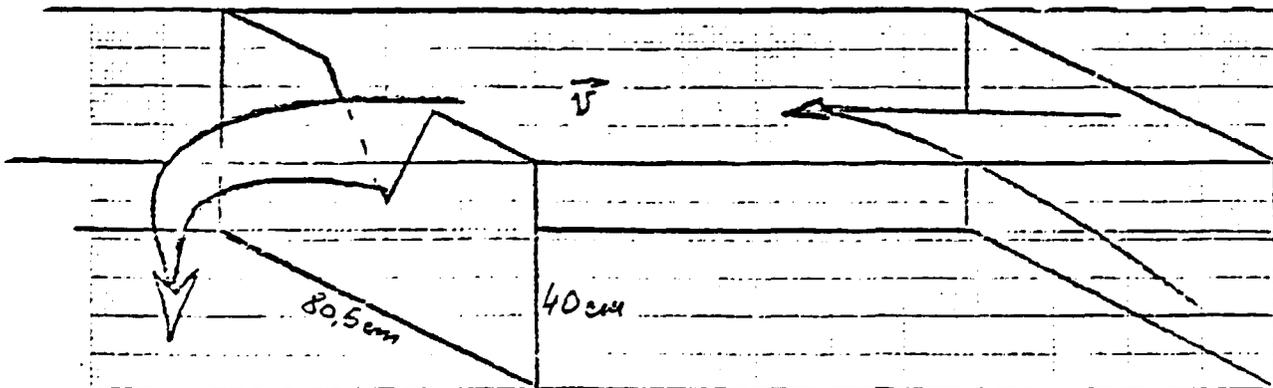
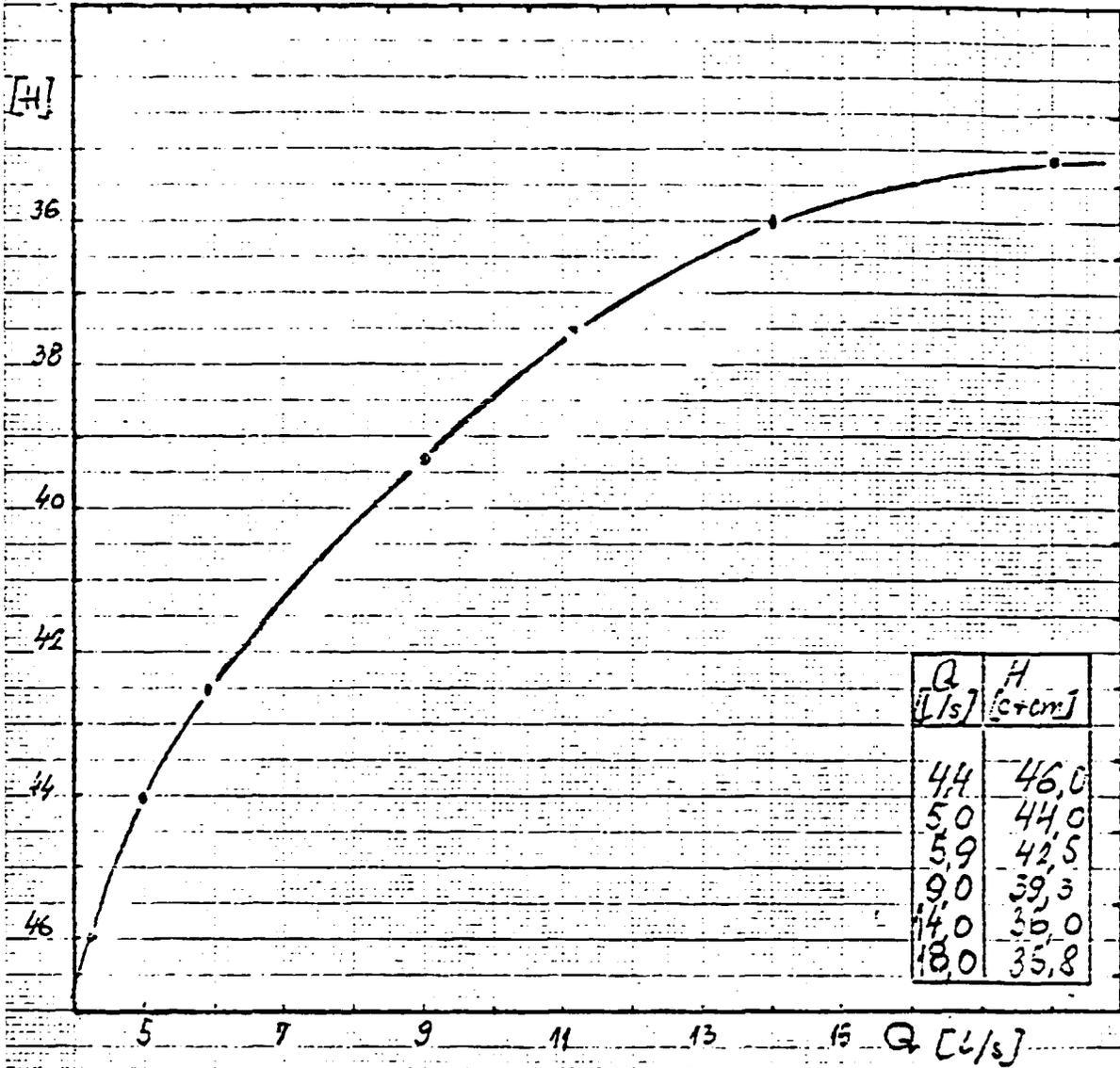
---

Perte du réseau : 274 m<sup>3</sup> = 25,6 %

1.4.2.

ESTIMATION DU REJET DES EAUX USEES					
Nb.	Voltex Temps 25/11/82 au 26/11/82	Niveau de l'eau (h)	Q	Q	Q
			(l/s)	(m3/h)	(m3/h) cumulatif
1	12 h 25	30,9	55,7	200,52	200,52
2	13 h 25	41,9	7,2	25,92	226,44
3	14 h 25	43,4	5,3	19,08	245,52
4	15 h 25	41,9	7,2	25,92	271,44
5	16 h 25	37,4	11,5	41,40	312,84
6	17 h 25	44,9	4,6	16,56	329,40
7	18 h 25	38,9	9,4	33,84	363,24
8	19 h 25	37,9	10,7	38,52	401,76
9	20 h 25	39,4	8,8	31,68	433,44
10	21 h 25	42,4	6,0	21,60	455,04
11	22 h 25	38,0	10,5	37,80	492,84
12	23 h 25	38,4	10,0	36,00	528,84
13	24 h 25	39,9	8,2	29,52	558,36
14	01 h 25	37,9	10,7	38,52	596,88
15	02 h 25	43,9	5,1	18,36	615,24
16	03 h 25	47,9	4,2	15,12	630,36
17	04 h 25	45,9	4,3	15,48	645,84
18	05 h 25	41,9	6,4	23,04	668,88
19	06 h 25	42,9	5,6	26,16	695,04
20	07 h 25	45,9	4,3	15,48	710,52
21	08 h 25	48,9	4,1	14,76	725,18
22	09 h 25	45,9	4,3	15,48	740,76
23	10 h 25	40,9	7,3	26,28	767,04
24	11 h 25	39,9	8,2	29,52	796,56

# "VOLTEX" Q-H COURBE



*Prof. Dr. H.*

REJET DES EAUX USEES					
Nb.	Voltex Temps 21/11/82 I EQUIPE	Niveau de l'eau (h)	Q (l/s)	Q (m3/h)	Q (m3/h) cumul.
1	7,00	38,0	13,05	48,60	48,60
2	8,00	36,0	13,80	49,68	98,28
3	9,00	37,5	11,11	40,00	138,28
4	10,00	37,5	11,11	40,00	178,28
5	11,00	39,9	9,33	35,60	213,88
6	12,00	41,4	8,72	31,39	245,27
7	13,00	30,9	55,70	200,52	225,52
8	14,00	37,5	11,11	40,00	489,79
9	15,00	42,5	5,90	21,24	507,03

TABLEAU CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

6h	21/11/82	337 325	(m3/8h) 630	Débit entrant = 630 (100%) Rej. eaux usées = 507 (84,5%)
14h	21/11/82	337 955		Perte du réseau = 123 (19,5%)
Temps	Date	Compteur	SQ	CALCUL
14h	25/11/82	343 852	(m3/24h) 1 071	Débit entrant: 1 071 (100%) Rej. eaux usées: 797 (74,4%)
14h	26/11/82	344 923		Perte Réseau : 274 (25,6%)

DONNEES DES DIMENSIONS DU SYSTEME POUR LA PURIFICATION DES EAUX  
USEES "VOLTEX" K O U D O U G O U

16	Temps d'échantillon	pH <sub>eb</sub>	pH <sub>activ.</sub>	ml/l (1+2)t.60 Bé ACID 2,60	pH <sub>reac</sub>	ml/l Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	mg/l Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	ml/l FeSO <sub>4</sub>	mg/l FeSO <sub>4</sub>	ml/l Ca(OH) <sub>2</sub> -5 %em.	mg/l Ca(OH) <sub>2</sub>	pH <sub>neutr</sub>	ml/l 6,6 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1	07	9,3	3,60/3,1	2,0	11,8	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	135,4
2	09	12,5	3,25/3,20	65,0	11,8	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	135,4
3	11	12,4	3,10/3,0	35,0	11,8	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	135,4
4	13	12,4	4,10/3,8	45,0	12,0	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	137,7
5	15	12,5	2,85/2,85	80,0	11,5	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	132,0
6	17	12,0	4,55/4,0	30,0	12,5	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	143,4
7	19	11,9	5,20/4,90	35,0	12,5	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	143,4
8	21	11,5	3,40/3,30	7,0	12,0	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	137,7
9	23	11,3	4,7/4,10	5,0	12,0	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	137,7
10	01	11,0	4,4/4,0	5,0	12,0	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	137,7
11	03	11,3	5,0/4,60	25,0	12,5	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	143,4
12	05	11,2	5,50/5,20	25,0	12,5	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	143,4
13	07-13	12,25	4,30/4,0	35,0	12,2	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	140,0
14	15-21	12,15	3,50/3,45	35,0	12,0	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	137,7
15	23-05	11,15	2,70/2,65	25,0	11,9	2,00	100	2,00	50	60	3,0	7,0	136,5
R E A C T E U R										CLARIFLOCU- TEUR	NEUTRALISATEUR		

### 1.5. INFLUENCE SUR L'ENVIRONNEMENT

Nous nous sommes rendus compte que la qualité des eaux usées rejetée par l'usine VOLTEX serait très mauvaise. Ce rejet des eaux usées en si grande quantité a une fâcheuse influence sur l'environnement.

Il s'agit donc des eaux usées fortement colorées et alcalines avec des indices élevés de matières organiques oxidables (DCO et DB05).

Telles qu'elles sont à présent rejetées par l'usine, ces eaux ne doivent pas servir pour l'alimentation du bétail, ni pour la baignade ni pour les utilisations ménagères des villageois. En plus, elles entraînent un environnement anaérobic totalement dégradé qui fait obstacle à la vie des organismes aquatiques, des animaux ou des végétaux.

Selon des observations directes, suivant le cours du Marigot de Koudougou, nous avons pu constater qu'en saison sèche, à cause de l'évaporation et, en partie, des infiltrations, le débit du Marigot diminue progressivement, en s'éloignant de Koudougou, jusqu'à disparaître complètement avant d'arriver à la Volta Noire.

La Haute-Volta n'a pas de lois d'assainissement des eaux, mais en suivant le droit international, nous pourrions dire que la Voltex doit traiter ces eaux usées afin de les recycler.

#### I. UNE USINE DE TEXTILE ENGAGE DES EAUX PAR JOUR (24 HEURES) :

- comme consommation (base 150 l/hab)	
	12 000 HE*
- comme rejet des eaux usées	
	6 200 HE
- comme pollution	
	<u>10 550 HE</u>
Total....	28 750 HE

---

\*) HE = L'HABITANT EQUIVALENT

II. LE CAS DE KOUDOUGOU ET DE LA VOLTEX ENGAGEAIT  
DES EAUX PAR JOUR (24 HEURES) :

- comme consommation (base 50l/hab)	36 000 HE
- comme rejet des eaus usées	6 200 HE
- comme pollution	10 550 HE
	<hr/>
TOTAL**	52 750 HE

## 2.0. NORMES DE QUALITE POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

### VALEURS LIMITES

La dégradation de l'environnement est un phénomène aussi ancien que l'homme lui-même et il est peut-être apparu avant lui sur la terre, si l'on tient compte des causes qui peuvent léser la biosphère.

Aujourd'hui, à l'ère de la technologie, l'homme paye le prix des progrès rapides qu'il a accomplis. L'élimination complète des polluants industriels, même si elle est techniquement réalisable, grèverait le prix des produits finis de telle façon que le coût de la lutte contre la pollution deviendrait prohibitif, et diminuerait la disponibilité des biens qui contribuent au confort matériel.

Puisqu'il est pratiquement impossible d'éliminer totalement la pollution industrielle, il faut d'abord définir, par des recherches appropriées, les indices et les niveaux de concentrations de substances polluantes qui peuvent être absorbées par l'environnement sans causer de dommages irréversibles. On peut alors parvenir à un contrôle par des mécanismes juridiques spécifiques intégrant les résultats de ces recherches. L'extrême diversité des rejets industriels nécessite une investigation

../...

---

\*\* ) Population Urbaine de Koudougou, vers 50 000 habitants.

propre à chaque type d'industrie et le recours à des processus de traitement spécifiques.

Il est possible de citer quelques facteurs principaux de la pollution industrielle qu'ils possèdent en commun mais les voies d'épuration doivent le plus souvent être définies, industrie par industrie.

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 matières en suspension, mais aussi un certain nombre de composés minéraux et organiques. Ces normes sont définies d'ailleurs dans plusieurs pays suivant les branches professionnelles diverses.

On rappelle les points suivants :

1. La présence de toxiques très actifs peut masquer la présence de matières biodégradables et fausser gravement la mesure de la DBO5, DBO TOTAL et K (constante de la vitesse de biodégradation).
2. La relation entre la DCO et la DBO5 dans les eaux industrielles est très différente d'une industrie à l'autre. Elle évolue aux divers stades du traitement, la DCO finale pouvant quelquefois atteindre plus de 5 fois la valeur de la DBO correspondante.
3. L'un des principaux indicateurs de la pollution est le phénomène attendu d'inhibition du processus de dégradation dans les eaux du réceptacle, apparaissant souvent même dans les cas où les concentrations des matières toxiques présentes ne sont pas supérieures à celles admissibles comme maximum.

Malheureusement, il y a beaucoup de pays, non seulement avec les faibles mesures légales, mais aussi, sans aucune loi en faveur de la protection des eaux.

La Haute-Volta est dans la même situation. Elle n'a pas actuellement aucune loi en faveur de la protection des eaux.

Par exemple, nous avons donné, comme une possibilité, le tableau comparatif des normes de rejets pour quelques pays (Allemagne, RFA, Belgique, France, Grande-Bretagne et Suisse).

Tableau comparatif de normes de rejets pour quelques pays

Propriétés physiques et constituants chimiques (mg/l)	ALLEMAGNE (RFA)				BELGIQUE				FRANCE		GRANDE-BRETAGNE					SUISSE	
	Rejets en cours d'eau			vers une station d'épuration	Rejets en rivière			Rejets à l'égout	Rejets suivant niveaux de traitement	Industries des traitements de surface	Exemples de rejets en rivière				Rejets à l'égout	Rejets en cours d'eau	Rejets en égout ou avant station
	A	B	C		1	2*	3				1	2	3	4			
Température en °C	20	20-28	28	35	30	30	—	45	30		26	32	25		30-43	30	60
pH	6-9	5-10	5-10	6,5-9,5	6,5-8,5	—	—	6,5-9,5	5,5-8,5		6-9	5-9	5-9	7-8,5	6-10	6,5-8,5	6,5-9
Matières en suspension mg/l	20				100			20-100			30	30			100-400	20	.
DBO <sub>5</sub> (moyenne sur 2 h)	25				15	30	1 000		20-40		20	30				20 *	.
DCO (moyenne sur 2 h)	80					500	50		80-150							10 *	.
Oxydabilité au KMnO <sub>4</sub> N (Kjeldahl)	18	18-40	40						7-80		10					.	.
Fluorures (en F <sup>-</sup> )						10				15		10				10	10
Chlorures (en Cl <sup>-</sup> )	150	150-350	350						0			1				0,1	1
Sulfures (en S <sub>2</sub> )																	
Sulfates (en SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )				400		2 000				0,1-1	0,1	1 200	1 200	1 200	0,1	0,1	300
Cyanures (en CN <sup>-</sup> )						0,5			0	0				2-10	2	0,5	0,5
Arsenic (As)										0					0,1	0,1	0,1
Radium (Ra)										3					5	5	0,1
Cadmium (Cd)										3					0,1	0,1	0,1
Chrome (Cr <sup>3+</sup> ) (Cr <sup>6+</sup> )										0,05-0,1	0,5			2	2	0,1	2
Fer (Fe)	0,5	0,5-1,5	1,5			2					4		0,3	10-20	2	2	0,5
Manganèse (Mn)	0,25	0,25-0,5	0,5			1			0						2	2	20
Mercurie (Hg)				5							0,01				0,01	0,01	0,01
Nickel (Ni)															2	2	2
Plomb (Pb)						1				0,1	0,1				0,5	0,5	0,5
Cuivre (Cu)			3			5									2	2	2
Zinc (Zn)			5							15	4	4	50	50	600	20	.
Cd + Cr + Cu + Ni + Zn + Fe	0	traces	traces	20-100	100			500									
Modes et grasses																	
Hydrocarbures					5-15				5-20		0,5-1	1		0,01	10	10	20
Phénols	0,005	0,005-0,1	0,1	100					0,5-1		0,5	0		0	0,05	0,05	1,5
Solvants organiques									0		0	0		0	.	.	.
Chlore actif (mg Cl <sub>2</sub> /l)									0		0,5	1	1	0	0,05	0,05	0,5-3
Observations					* Arrêté du 3/8/76 : Déversement des eaux usées de la sidérurgie.				Conditions régionales					* Fixé par canton. * Sur 24 heures.			
et références	Galvanotechnik (1971), 62, n° 12. L'ultima acqua, A. Canuti, 1974, AFEE 2482/2				Arrêté du 23-01-74. Loi du 26-03-71. Arrêté du 23-01-75 : déversements des eaux usées des industries laitières. La Technique de l'eau (1974), n° 329, avril.				Brochures du Journal Officiel.					Water Protection Act., 1973. Handbook of Pollution Control; P. Surton, 1975. Pub. A. Osborne. AFEE 2613.		Ordonnance sur le déversement des eaux usées du 8 décembre 1975.	

### 3.0. CHOIX DU PROCESSUS D'EPURATION

Des solutions possibles du processus du traitement des eaux usées des industries du textile ne sont pas si nombreuses. Le traitement chimique (classique) ne marche pas comme un traitement préalable des eaux usées Ces industries. Aussi, il est de notoriété publique qu'un traitement biologique, seul, ne marche pas bien. Le traitement biologique cherche, dans tous les cas, deux causes :

- un traitement chimique préalable et après,
- un bon mélange avec des eaux usées urbaines.

Le caractère fondamental de ces industries est leur très grande diversité par :

- les fibres traitées (naturelles, artificielles, synthétiques) ;
- les procédés de teinture (au large, foulard, jiggers, autoclave, impression au rouleau, cadres...) ;
- les produits utilisés (colorants en particulier).

Cette diversité se répercute évidemment sur la nature et la quantité de la pollution rejetée.

Dans la plupart des cas, une première action consistera à rechercher l'économie d'eau maximale. Ensuite, et dans tous les cas, il faut prévoir un dégrillage fin (pour les duvets et les fibres), éventuellement des étapes de déshuilage, dégraissage, dessablage et obligatoirement un bassin d'homogénéisation (voir schéma 1). Après quoi, (la méthode classique), le choix est à faire entre trois types de procédés applicables :

#### 3.1. TRAITEMENT CLASSIQUE

##### A - Traitement physico-chimique

Il comprend, la neutralisation, la coagulation, la floculation (aux sels métalliques) et la décantation.

Les rendements d'élimination varient suivant les cas entre 35 % et 70 % pour la DCO (mais ils sont faibles pour la  $DBO_5$  : 10 à 35 %). Suivant le type de colorant et la proportion de colorants insolubles utilisés, la couleur sera éliminée à raison de 50 à 95 %.

Ce traitement est indispensable dans tous les cas de présence de graisses ou de toxiques ( $Cr^{3,6+}$ ,  $S^{2-}$ ), et pour les ateliers d'impression en milieu solvant ; dans ce dernier cas, l'élimination de DCO peut atteindre 90 %.

L'inconvénient du traitement physico-chimique (classique) est la production de boues assez hydrophiles et non valorisables qu'il faut déshydrater par filtre-pressé ou par centrifugation par exemple. (Mémento technique de l'eau", DEGREMONT, CHAP. 25. TRAITEMENT DES EFFLUENTS INDUSTRIELS, 4. INDUSTRIES TEXTILES PAGE 831, HUITIEME EDITION, PARIS 1978.

#### B - Traitement biologique

La voie la plus intéressante est le traitement par boues activées ou par lagunage aéré.

Ce traitement biologique (après élimination des toxiques) est le plus efficace. Les rendements d'élimination de la  $DBO_5$  sont généralement supérieurs à 80 % pour une charge massique de 0,5 kg  $DBO/(kg MV. d)$  et peuvent même dépasser 90 % pour une charge de 0,1 kg  $DBO/(kg MV. d.)$ .

Cependant, la coloration est faible du fait que les colorants ne sont biodégradables.

La combinaison physico-chimique et biologique permet dans la plupart des cas de restituer aux rivières un effluent décoloré à plus de 85 % et dont la  $DBO_5$  résiduelle est inférieure à 40 mg/l, valeur qui peut être encore abaissée considérablement par une finition sur biolite (lits bactériens immergés (voir le schéma



A. MARGOLA, Chiffre : I variante).

### C - Traitement de finition

Pour éliminer la couleur et la DCO résiduelle, l'absorption par charbon actif reste le meilleur procédé. Son emploi en traitement tertiaire, après traitement physico-chimique-biologique, permet d'obtenir un effluent parfaitement décoloré et d'envisager la possibilité de recyclage en fabrication de l'eau traitée. Dans quelques cas d'eaux à  $DBO_5$  très faible, on peut envisager l'emploi du charbon actif immédiatement à l'aval des traitements de floculation-décantation.

### 3.2. TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE (INNOVATION)

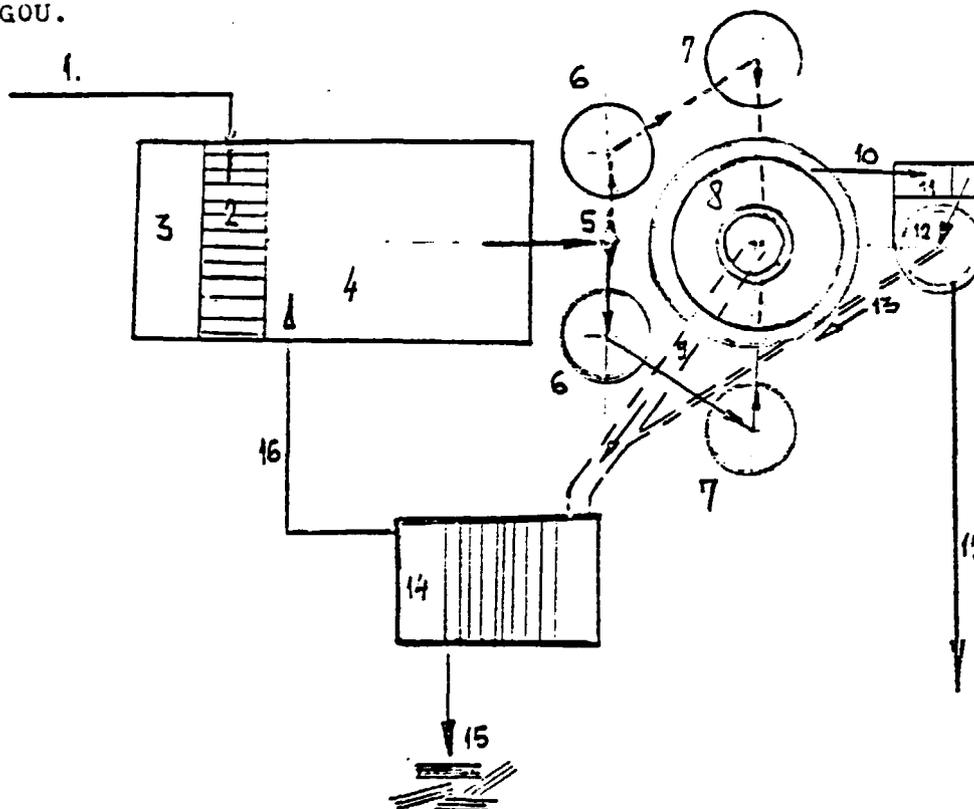
Grâce à un certain nombre de travaux théoriques et expérimentaux concernant la chimie des colloïdes et les processus de précipitation, effectués au cours des années soixante et soixante dix à la Faculté des Sciences Naturelles et de Mathématiques (groupe chimie de SARAJEVO) et à l'Institut "Rudjer Boskovic" de Zagreb, nous avons donc jéà en 1974, les éléments de base des solutions possibles du processus du traitement chimique préalable des eaux usées des industries du cuir et du textile. Au cours des recherches ultérieures (jusqu'en 1980) on a constaté que dans les processus de coagulation et floculation, par application de la catalyse homogène d'acide dans la première phase du processus, il est possible d'obtenir le développement préalable des surfaces absorbantes chimisorbantes maximum avec les flocculants classiques  $Fe(OH)_3$  et  $Al(OH)_3$ , même dans l'utilisation des sels Fe et Al, pour l'hydrolyse en concentrations basses (20-100g/m<sup>3</sup>) (voir schéma n° 1). En tout cas, les résultats ont été bons (voir annexe 1).

En introduisant l'effet supplémentaire de quelques groupes anioniques négatifs, ou bien par la catalysation de la formation du sol négatif et positif desdits flocculants dans le même espace avec l'obtention de la transformation rapide d'un état à l'autre de cette manière, on a obtenu une bonne moyenne dans la marche pour



SCHEMA	1.

SCHEMA DE CHOIX DU PROCESSUS D'EPURATION DES EAUX USEES - VOLTEX  
KOUDOUGOU.



EXPLICATION :

1. ENTREE DES EAUX USEES
2. PURIFICATION MECANIQUE
3. DECHET DE GRILLAGE (DE PURIFICATION MECANIQUE)
4. EGALISATION ET HOMOGENEISATION
5. DISTRIBUTION DES EAUX USEES APRES L'HOMOGENEISATION (INFLUENT)
6. ACTIVATION AVEC ACIDIFICATION
7. DOSAGE DES REACTIFS
8. FLOCCULATION AVEC DOSAGE DU "POLYFLOC"
9. DERIVATION DU SEDIMENT
10. DECANTATION
11. NEUTRALISATION
12. SEDIMENTATION APRES NEUTRALISATION
13. DERIVATION DU SEDIMENT
14. FILTRATION
15. DECHET DE FILTRATION (GATENU DES SEDIMENTS)
16. FILTRAT A RECYCLAGE
17. EFFLUENT

U OUAGADOUGOU

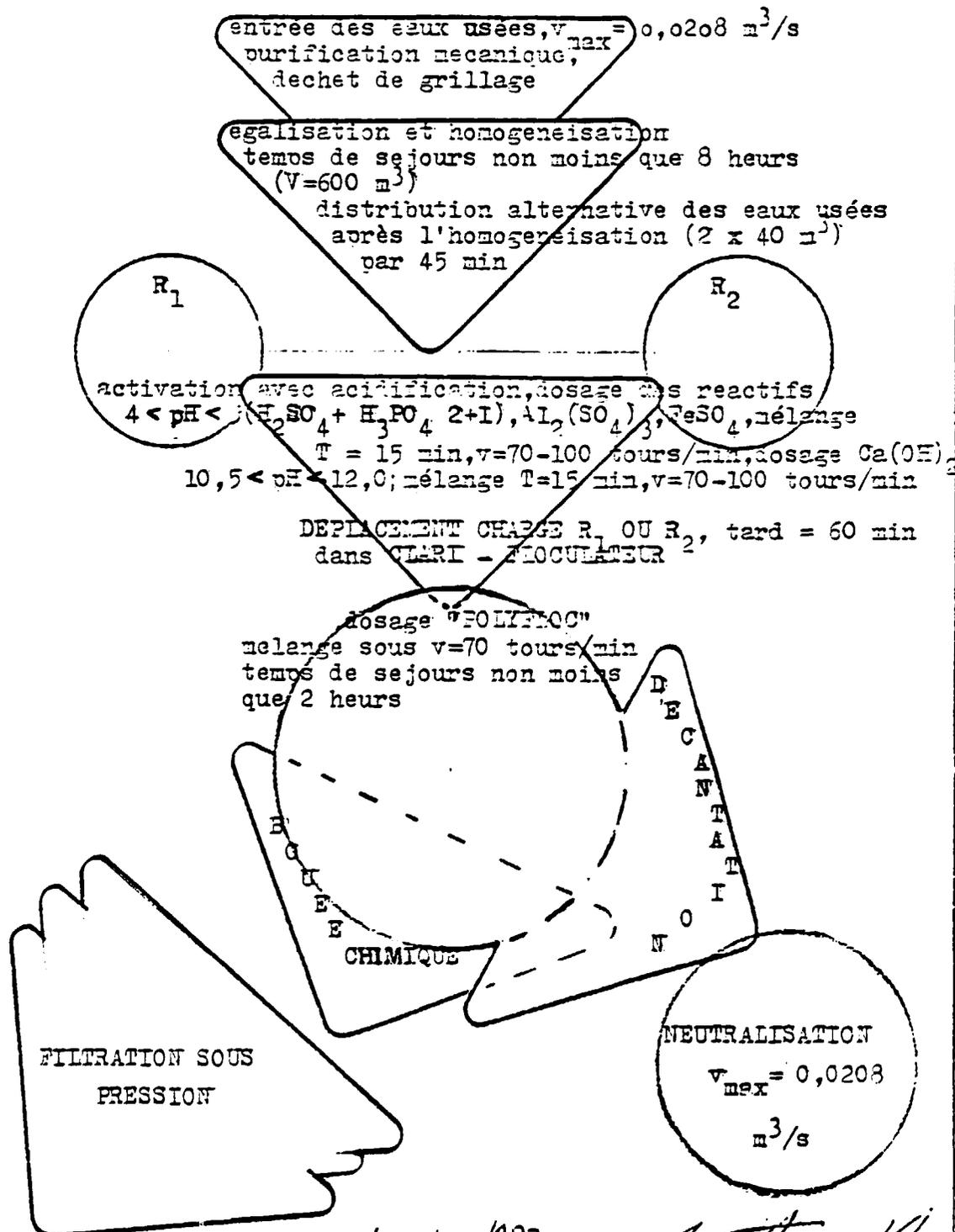
dana 26/10/62 god.

Potpis odgovornog  
radnika



UNIVERZITET U SARAJEVU  
INSTITUT ZAŠTITE NA  
RADU — SARAJEVO

ORGANIGRAMME DU PROCÉDE DE TRAITEMENT CHIMIQUE DES  
EAUX USEES PROPOSE POUR L'USINE DE TEXTILE "VOLTEK"  
(INNOVATION)



OUAGADOUGOU, janvier 1983.

*M. V. V.*

mener la seconde partie du processus, on a obtenu la solution optimum, par le processus avec lequel a été obtenu le numéro de brevet P. 520/81 (YU).

Dans les recherches suivantes, on a constaté que ce processus était une bonne solution pour le traitement des eaux usées contenant les matières et couleurs superficiellement actives. Les thèses théoriques ont été contrôlées expérimentalement sur les eaux usées de toutes les fabriques textiles et fabriques de cuirs et fourrures en RS Bosnie et Herzégovine, avec les mêmes bons succès.

Sur la base de ces résultats et des informations reçues de la Voltex, je propose deux variantes de la conception pour le traitement des eaux usées de la Voltex (voire, Chiffre; II et III variante)

Dans son rapport 81/UPV/79/803/11-01/32/J., Monsieur Alfredo Margola, en juillet 1980, donnait sa conception sur le même sujet.

Pour la synthèse, il faudra absolument procéder à une vérification des différentes conceptions pour en dégager la meilleure. Cette possibilité/nous sera donnée que par les analyses des eaux usées avant et après les traitements selon les différentes conceptions.

Il faudra pour ce faire, des analyses sur environ 100 échantillons en prélevant, pendant une semaine, chaque deux heures, une quantité déterminée d'eaux usées.

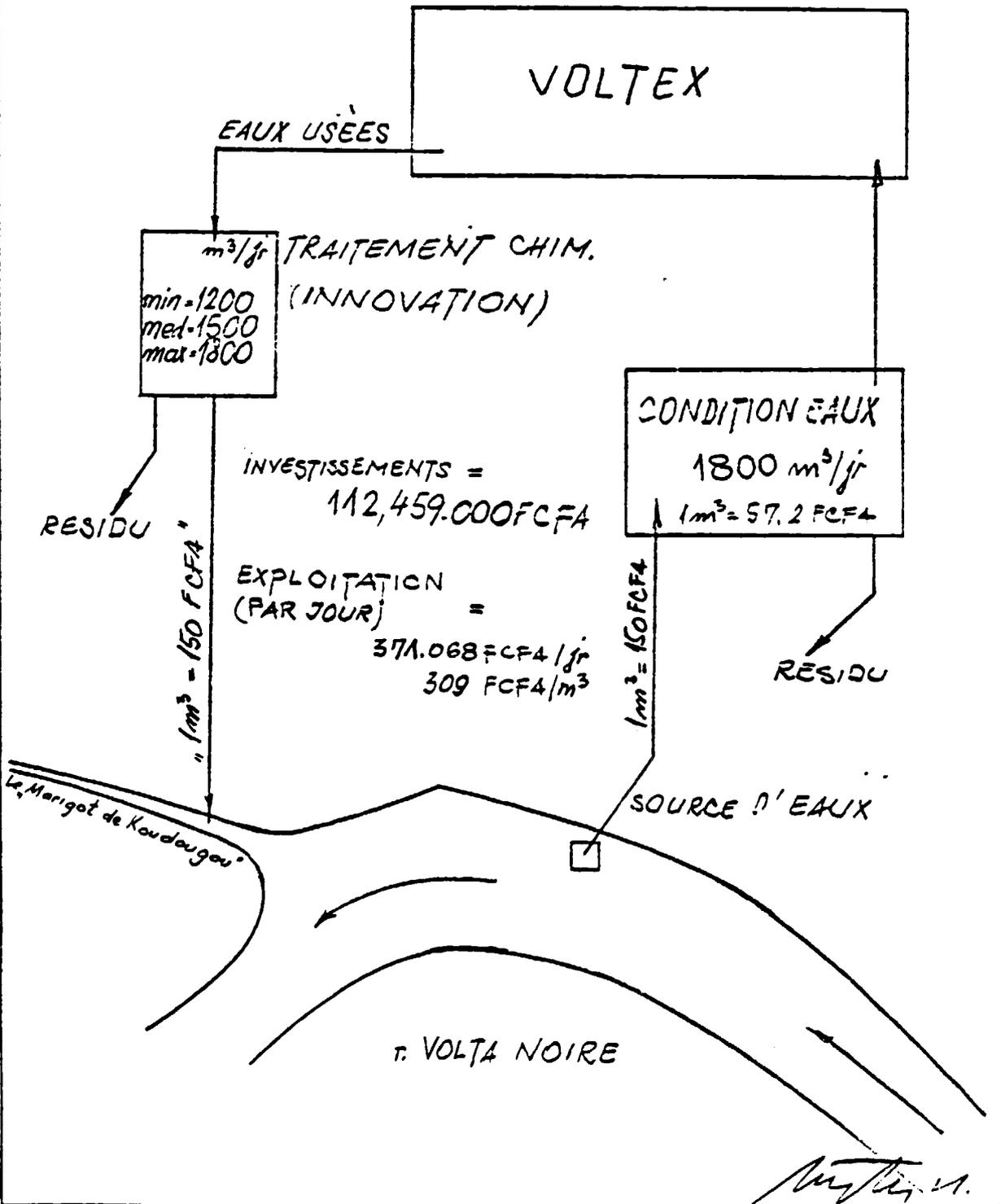
Ces analyses sont les suivantes :

- pH
- alcalinité,
- matières sédimentables,
- matières en suspension totale,
- COD
- BOD<sub>5</sub> (s'il est possible),
- détergents (MBAS)
- Ca<sup>2+</sup>
- SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- Cl<sup>-</sup>
- dureté (dureté temporaire et dureté permanente).



PAGE	
CHIFFRE	II VARIANTE

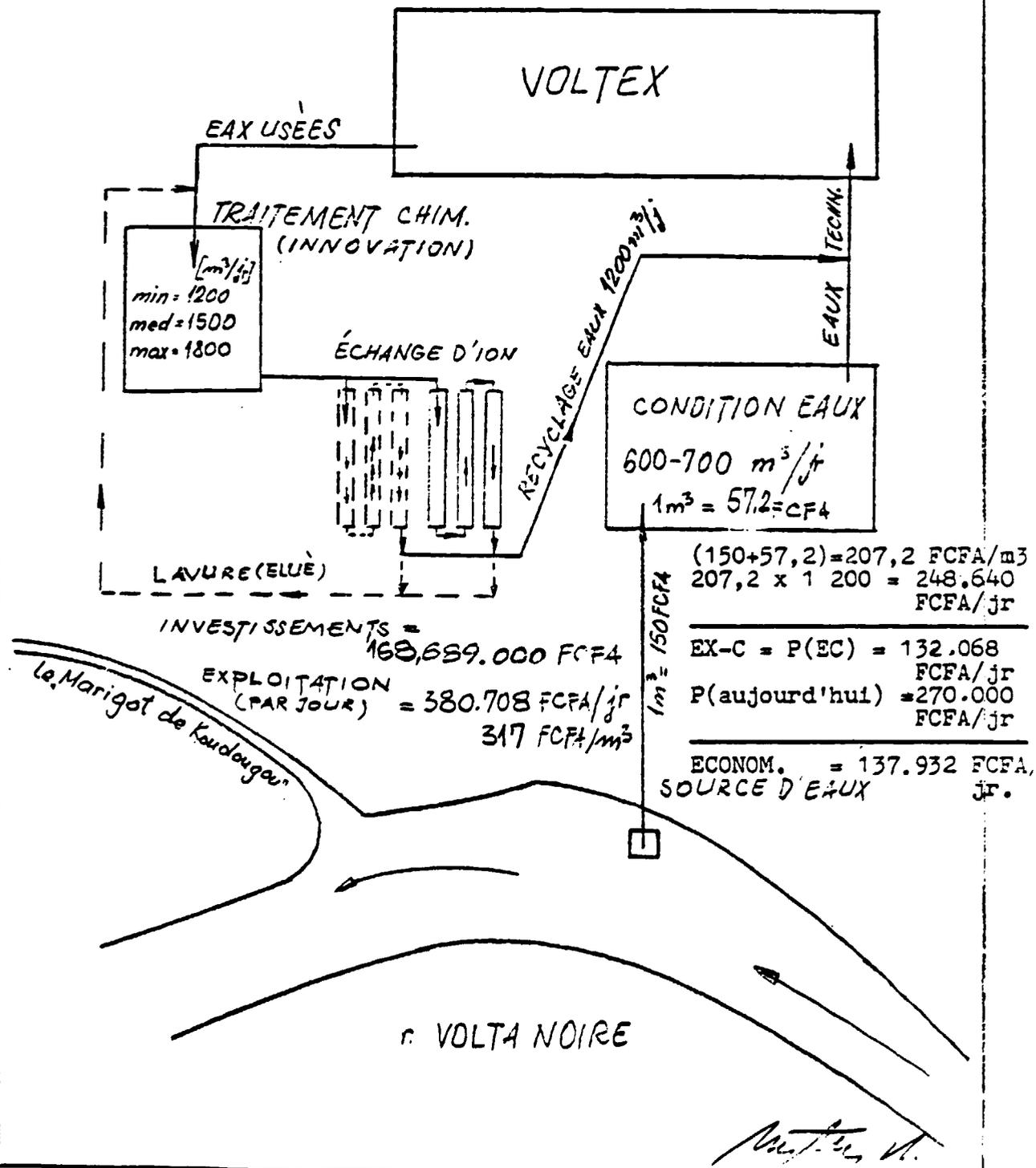
CONCESSION DE ZUPKOVIĆ VLADIMIR - janvier 1983.  
AVEC RECYCLAGE (OUVERT) D'EAUX





GE	
CHIFFRE	/// VARIANTE

CONCEPTION DE ZUPKOVIC VLADIMIR - janvier 1983.  
AVEC RECYCLAGE (FERME) D'EAUX



4.0. ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT (VARIANTES)

VARIANTE I : Conception de M. MARGOLA Alfredo

- sans recyclage des eaux (juillet 1980).

A - Les coûts d'investissement pour les deux étapes, sont estimés préliminairement ci-dessous :

<u>Première Etape</u>	<u>en 000 FCFA</u>	
	<u>1980</u>	<u>1983</u>
1. Grillage, séparation naturel des huiles, bassin d'égalisa- tion et d'homogénéisation	10 000	14 913,0
2. Neutralisation et floculation	35 000	52 195,5
3. Décanteur primaire	20 000	29 826,0
4. Lits de séchage des boues chimiques	4 000	5 965,2
5. Canalisations et raccordements à l'intérieur	5 000	7 456,5
6. Imprévu et divers	10 000	14 913,0
	84 000	125 269,2
7. Etudes et surveillance	8 400	12 526,92
Total.....	92 400	137 796,12

Deuxième Etape

	en 000 FCFA	
	1980	1983
1. Bassin d'aération	40 000	59 652,0
2. Décanteur secondaire	20 000	29 826,0
3. Lits de séchage des boues biologiques	4 000	5 965,2
4. Canalisations et raccordements à l'intérieur	5 000	7 456,5
5. Imprévu et divers	<u>10 000</u>	<u>14 913,0</u>
	79 000	117 812,7
6. Etudes et surveillance	<u>7 900</u>	<u>11 781,27</u>
Total.....	86 900	129 593,97
TOTAL (I + II ETAPE).....	<u>179 300</u>	<u>267 390,09</u>

VARIANTE II : Conception de ZUPKOVIĆ VLADIMIR  
avec recyclage d'eaux (ouvert)  
Janvier 1983

Les coûts d'investissement sont estimés préliminairement  
ci-après :

		1983	
	Pièces	SE.U.	000FCFA
1. Grillage (avec canalisation et raccords à l'intérieur).....	3	8.196,7	2 811,5
2. Bassin d'égalisation et homogénéisation (avec canalisation et raccords à l'intérieur).....	1	16.393,4	5 622,9
3. Réacteur (avec canalisation et raccords à l'intérieur).....	2	11.475,4	3 936,0
4. Flocculateur (PASSAVANT KOAGULATOR)	1	65.573,6	22 491,7
5. Station de neutralisation (avec canalisation et raccords à l'intérieur).....	1	4.918,0	1 686,9
6. Décanteur primaire (avec canalisation et raccords à l'intérieur).....	1	8.196,7	2 811,5
7. La bande filtrante Pressdeg (avec canalisation et raccords à l'intérieur).....	1	49.1980,2	16 868,2
		163.934	56 229,36
8. Etudes et surveillance.....		16.394	5 623,14
9. Canalisation, raccords, imprévus, divers et travaux genres ingénieurs.....		147.540	50 606,22
<b>TOTAL (VARIANTE II).....</b>		<b>327.868</b>	<b>112 458,72</b>

VARIANTE III : Conception de ZUPKOVIC VLADIMIR  
avec recyclage d'eaux (fermé)

- Janvier 1983 -

Les coûts d'investissement sont estimés préliminairement  
ci-dessous :

	1983	
	\$ E.U.	000 FCFA
1. VARIANTE II	327.868	112 459
2. Déminéralisation en continu sur lit mélange (*)	163.937	56 230
TOTAL (VARIANTE III)	491.805	168 689

(\*) Si l'on envisage une déminéralisation du type classique à deux colonnes : cation + anion, il suffit d'associer deux systèmes identiques comportant chacun trois colonnes, placés série et mettant en oeuvre, l'un, une résine cationique régénérée à l'acide, l'autre une résine anionique régénérée à la soude ou à l'ammoniac.

Un progrès intéressant consiste à utiliser un lit mélangé continu cation - anion dont on trouvera ci-après le schéma (figure 2).

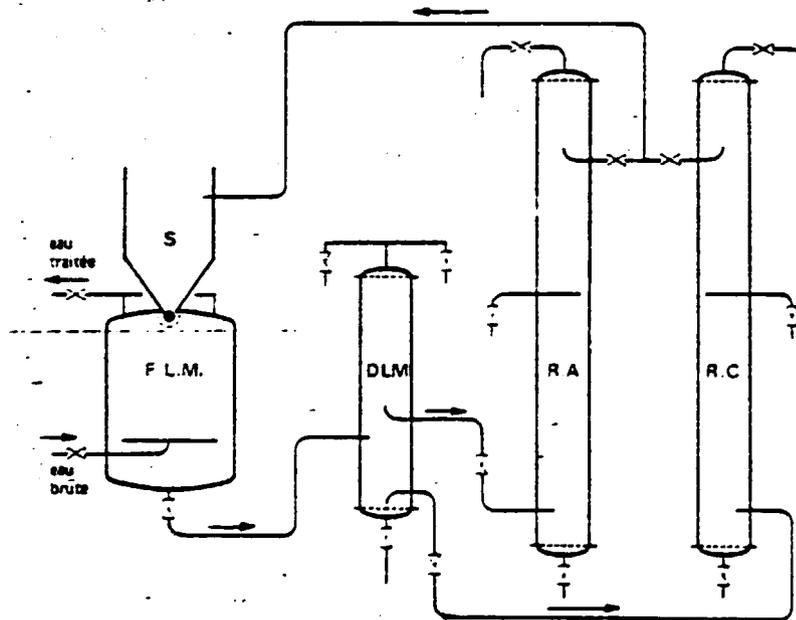


Fig. 2 — Déminéralisation en continu sur lit mélangé.

F.L.M. = colonne de fixation.  
D.L.M. = colonne de division.

R.A. = colonne de régénération anionique.  
R.C. = colonne de régénération cationique.  
S. = Stockage résines.

5.0. EVALUATION DES FRAIS D'EXPLOITATION (VARIANTES)

VARIANTE I. : Conception de M. MARGOLA Alfredo

(sans recyclage d'eaux)

Juillet 1980

Le coût d'exploitation pour une étape (traitement chimique) est estimé préliminairement comme ci-dessous indiqué. A ce coût s'ajoutent ceux d'un traitement biologique complémentaire pour augmenter l'efficacité jusqu'aux environs de 80 %.

	\$ E.U.	F CFA/Jour	
		1980	1983
1. Energie électrique	72,78	16 740	24 964
2. Alun (seul ou en mélange avec d'autres flocculants)	273,91	63 000	93 952
3. Polyfloc	9,39	2 160	3 221
4. Acide sulfurique 66° Bé	45,65	10 500	15 659
5. Chef de station	13,04	3 000	4 474
6. Manoeuvre	4,35	1 000	1 491
<b>TOTAL (VARIANTE I)</b>	<b>419,13</b>	<b>96 400</b>	<b>143 761</b>
<b>Prix de revient (partiel)</b>			
sans traitement biologique	0,35/m <sup>3</sup>	80/m <sup>3</sup>	119,3/m <sup>3</sup>

VARIANTE II. : Conception de ZUPKOVIC VLADIMIR  
avec recyclage d'eaux (ouvert)

Janvier 1983

Le coût d'exploitation pour une étape (traitement chimique - innovation) est estimé préliminairement comme ci-dessous indiqué. Ce coût n'est pas comparable avec celui de la Variante I, car il correspond à un traitement total estimé à 90/95 % d'efficacité, et n'impose pas de ce fait, de traitement biologique complémentaire.

	\$ E.U.	<u>F CFA</u> 1983
1. Energie électrique	94,6	32 447,8
2. Alun (seul ou en mélange avec d'autres flocculants)	54,8	18 796,4
3. Polyfloc	9,39	3 220,8
4. Chaux	810,0	277 830,0
5. Acide sulfurique (66° Bé)	45,65	15 658,0
6. Acide phosphorique (60° Bé)	50,00	17 150,0
7. Chef de station	13,04	4 472,7
8. Manoeuvre	4,35	1 492,0
<b>TOTAL (VARIANTE II)</b>	<b>1 081,83</b>	<b>371 067,7</b>
Prix de revient	0,90/m3	308,7/m3

VARIANTE III. : Conception de ZUPKOVIC VLADIMIR  
avec recyclage d'eaux (fermé)  
Janvier 1983

Les coûts d'exploitation pour les deux étapes (traitement total, chimique et physico-chimique = déminéralisation en continu sur lit mélangé) sont estimés préliminairement comme ci-dessous indiqués :

	\$ E.U.	F CFA 1983
1. L'étape du traitement total (chimique) Variante II.	1 081,83	371 067,7
2. L'étape du traitement physico-chimique = déminéralisation en continu sur lit mélange	41,91	9 640
<b>Total (VARIANTE III)</b>	<b>1 123,74</b>	<b>380 707,7</b>
Prix de revient avec recyclage total	0,94/m <sup>3</sup>	317,3/=

Dans le cadre de la protection des ressources en eau de la Haute-Volta, il sera nécessaire à brève échéance de mettre en place un système de redevance taxant les "pollueurs" en fonction de la charge polluante. Cette donnée nouvelle devra être prise en compte dans tout calcul économique (voir schéma I, II, III VARIANTE DU TRAITEMENT DES EAUX USEES).

5.1. L'ANALYSE DES FRAIS D'EXPLOITATION

Variantes du Traitement	Coût/m <sup>3</sup> de con-	Coût/m <sup>3</sup> de condi-	Coût/m <sup>3</sup> de traite-	Coût/m <sup>3</sup> de rejet	Coût/m <sup>3</sup> Total
Ia	150	57,2	119,3	350	676,5
VARIANTE I Ib	150	57,2	313,3	150	670,5
VARIANTE II	150	57,2	309	150	666,2
VARIANTE III	150	57,2	317	-	524,2

## 6.0. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

1.A. Les sources actuelles et potentielles de pollution des eaux usées dans l'usine "VOLTEX" sont les processus de deux types de fabrication :

- a) - imprimés ;
- b) - teintures.

avec total des produits chimiques consommés	492 t/an,
total des colorants consommés	51 t/an,

et avec :

Ratios de consommation :

- 523 kg de produits chimiques pour 100 kg de matière traitée.
- 59 kg de colorants pour 100 kg de matière traitée.

1.B. La manière profonde de lutter contre les sources actuelles de pollution des eaux usées dans cette usine :

- il faut faire la saisie sur l'utilisation des colorants réactifs.
- les autres changements dans les processus technologiques indiqués sont très difficiles.

2. La plus simple modification à apporter ou à réduire et économiser le volume des eaux usées, nous proposons le recyclage total des eaux (VARIANTE III)

3. L'épuration physico-chimique constitue un stade final du traitement total utilisant :

- processus chimique qu'il faut innové avec une phase catalytique,
- clarificateur à lit de bues tels que le pulsateur, le super-pulsateur du Degremont ou le Clari-floculateur KOAGULATOR-

PASSAVANT, parce qu'il faut séparer un floc ténu et on désire développer les propriétés absorbantes du lit de bues, et,

- déminéralisation en continu sur lit mélangé.

4. Les eaux usées de VOLTEX sont rejetées dans le Marigot de Koudougou" sans subir de traitement. Elles sont en général fortement colorées, alcalines et révèlent des indices de DCO et DBO<sub>5</sub> élevés.

5. Compte tenu du régime des eaux, pendant la saison sèche, elles s'évaporent progressivement ou s'infiltrent dans le terrain, et n'arrivent pas à la Volta Noire ; cependant elles sont un danger de pollution de la nappe et des puits entre Koudougou et Boro-mossi.

Elles sont aussi une cause d'insalubrité pour les villageois qui parfois se baignent dans le Marigot ou emploient l'eau pour leurs utilisations ménagères.

6. En saison des pluies, les eaux usées s'écoulent jusqu'à la Volta Noire et lui apportent leur contamination.

7. Par conséquent, il existe trois problèmes à l'égard du droit international :

- la dégradation des eaux de surfaces,
- la dégradation des eaux souterraines et,
- la dégradation des sols.

8. La consommation et le rejet au maximum sont :

Par le calcul

- débit entrant	= 1 800 m <sup>3</sup> .jr (100 %)
- Rejet eaux usées	= 1 200 m <sup>3</sup> /jr ( 66,7 %)
<hr/>	
- Perte du réseau	= 600 m <sup>3</sup> /jr ( 33,3 %)

Par la mesure

- débit entrant	=	630 m <sup>3</sup> /8h (100 %)
- rejet eaux usées	=	507 m <sup>3</sup> /8h ( 80,5 %)
<hr/>		
- Perte du réseau	=	123 m <sup>3</sup> /8h ( 19,5 %)

9. A Koudougou nous avons trouvé que la seule consommation de l'usine VOLTEX atteint 370 000 m<sup>3</sup>/an. Il s'agit d'eau brute, non traitée mais qui a toutefois transité dans la conduite d'adduction de Koudougou, longue de 55 kms.

L'eau traitée, destinée à couvrir l'ensemble des autres besoins urbains et industriels représente seulement 270 000 m<sup>3</sup>/an.

Des problèmes nouveaux se posent par les rejets des eaux usées domestiques et industrielles.

Donc, nous pouvons voir par cet exemple, que les besoins industriels sont susceptibles d'entrer en concurrence avec les besoins domestiques et qu'il importe d'en tenir compte dans un plan d'ensemble économique de l'eau.

Ainsi pour Voltex, le recyclage des eaux usées nécessiterait l'investissement d'une station de traitement élaborée, mais permettrait de disposer d'une capacité de transit de l'ordre de 1 000 m<sup>3</sup>/jr sur la conduite d'adduction de Koudougou, ce qui permettrait de retarder et/ou de limiter l'investissement nécessaire pour le renforcement de l'approvisionnement de Koudougou.

Un raisonnement du même type, s'appuyant sur une étude approfondie des rejets industriels et urbains et/sur leurs possibilités de traitement et de recyclage, peut s'appliquer à l'ensemble des centres urbains industriels.

Il n'est pas besoin d'insister sur le fait qu'à l'économie réalisable à court terme par une exploitation rationnelle de l'eau (traitement, recyclage, utilisation "en cascade" pour des

besoins de moins en moins nobles) viendrait s'ajouter l'économie à long terme, consécutive à la protection des ressources en eau.

En ce qui concerne la Haute-Volta, elle devra fournir son appui technique en complétant l'inventaire des ressources en eau tant superficielles que souterraines sur les plans quantitatif et qualitatif.

C'est ainsi qu'il y aura lieu de fixer les normes de qualité des eaux en fonction de leur usage effectif ou potentiel (Code de l'Eau).

Un laboratoire d'analyses chimiques et biochimiques devra également être envisagé à très brève échéance. (Le laboratoire existant à la Direction de l'HER s'avère totalement inadapté). Pour ce laboratoire, il faut compléter les analyses indiquées : une ou plusieurs unité(s) mobile(s) seront nécessaires pour assurer un contrôle systématique de la qualité, de la quantité et de l'influence des eaux usées industrielles et urbaines sur des eaux superficielles et souterraines. (VOIRE ANNEXE 7.6.)

10. Hors de la Haute-Volta, des situations similaires sont susceptibles de se présenter, et une étude globale, ayant pour thème la protection et l'économie générale des eaux, devrait être envisagée. Elle pourrait faire l'objet d'une mission d'évaluation destinée à "poser le problème" dans son contexte protection, économique et sociale.

7.1. ANNEXE I. - Description de Poste

Durée de la mission : trois mois

Date d'entrée en fonction : 13 octobre 1982

Lieu d'affectation : Ouagadougou avec déplacements dans le pays.

But du projet : Conseiller la Société Voltaïque de Textiles (VOLTEX) et l'aider à intensifier ses efforts pour résoudre les problèmes posés par la pollution industrielle.

Attributions : L'expert sera affecté à la Société Voltaïque de Textiles (VOLTEX) et travaillera en coopération et en coordination étroites avec les autres membres de l'équipe. Il devra :

1. Etudier de manière approfondie les sources actuelles et potentielles de pollution des eaux usées dans cette usine ;
2. Faire des propositions sur les modifications à apporter éventuellement aux procédés afin de réduire le volume des eaux usées ;
3. Proposer un système moderne de traitement des eaux usées industrielles afin de minimiser la pollution causée par des rejets liquides.
4. Former du personnel de contrepartie aux activités sus-mentionnées et participer à l'élaboration et à la mise en oeuvre de tout programme de formation destiné à ce personnel.

Formation et expérience  
requis

: Expérience pratique acquise à un  
: poste de responsabilité dans le do-  
: maine de l'évaluation, de l'élabo-  
: ration et de la mise en oeuvre de  
: mesure concernant la réduction du  
: volume des eaux usées et le contrôle  
: de celles-ci dans les entreprises  
: industrielles et tout particulière-  
: ment dans les usines textiles.

7.2. ANNEXE II. : Personnalités rencontrées pendant la mission

- ✓1 M. SANOGO Karamogo, Directeur Général "VOLTEX"
- ✓2.M. YOGO Patrice, Directeur d'Exploitation "VOLTEX"
- 3.M. ~~SIRRE~~BAALI, Laboratoire, "VOLTEX" Koudougou
- ✓4.M. OUEDRAOGO Ouandé Victor, Directeur de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural, Ouagadougou.
- 5.M. NIYUNGEKO TERENCE, Ingénieur sanitaire, Directeur du Projet Décennie de l'Eau OMS/GTZ - HAUTE-VOLTA, Ouagadougou.
- 6.M. KABORE Issaka, Directeur de l'I.R.S.N., Ouagadougou.
- ✓7.M. THEVENON, Directeur de l'ONE, Ouagadougou
- 8.M. BONKOUYOU G. Eduard, Directeur de l'IRBET et du CNRST, Ouaga.
- 9.M. PODA Jean-Noël, Hydrologue de l'IRBET, Ouagadougou
- ✓10.M. AMEGEE Emile, Ingénieur sanitaire de l'OMS, ESAHE Ouagadougou
- 11.M. STEELE B. David, Financial Analyst World Bank, WHO
- 12.M. J.J.E. DOSUE, in.f., Conseiller technique principal, Ministère du Développement Rural
- 13.M. ROEJKJAER Anders, President Representatif. UNDP, Lagos.
- 14.M. ALTAF Hussein, Ass. Presid. Repres. Adminis. UNDP, Lagos
- 15.M. WIDSTRAND Carl, Resident Representative, UNDP Ouagadougou
- ✓16.M. BAUMAN Claus, Chargé de Programmes de l'ONUDI Ouagadougou
- ✓17.M. DUBUS Jean, Projet Hydraulique UPV/80/001, Conseiller Technique Principal, Ouagadougou
- ✓18.M. Titinga Frédéric PACERE, le premier prix de l'Afrique Noire de l'Association des Ecrivains de langue française, Poète, Sociologue, Avocat, psychologue, etc., Ouagadougou.

7.3. ANNEKE III. PRESENTATION DE NOUVELLES METHODES DE TRAITEMENT PREALABLE  
DES EAUX RESIDUAIRES DE L'INDUSTRIE DU TEXTILE ET DU CUIR

---

Il n'est pas question de considérer l'industrie du textile et du cuir comme la source type de la pollution industrielle de l'eau. Cependant, comme la plupart des usines de ce secteur sont implantées dans de petites villes, elles polluent les magnifiques rivières suivantes : Una, Neretva, Vrbas, Sana, Korana, Kupa, etc.

Au plan mondial, on a surmonté ce problème en rejetant les eaux résiduaires de ces industries dans les réseaux d'assainissement des grandes villes, afin qu'elles soient diluées et qu'en définitive leurs composants toxiques aillent se perdre dans les boues.

Aujourd'hui, avant d'être rejetées dans les réseaux d'assainissement des petites villes et finir dans les stations d'épuration, les eaux résiduaires doivent subir un sérieux traitement préalable.

Les chiffres figurant dans les tableaux 1 et 2 se rapportent aux eaux résiduaires de l'industrie du textile et de l'industrie du cuir dans la République socialiste de Bosnie-Herzégovine et en partie dans la République socialiste de Croatie et la République socialiste de Serbie.

Il est connu que ces eaux résiduaires contiennent de grandes quantités de composés organiques à macromolécules, d'électrolytes et de métaux lourds.

Le milieu est de type tout à fait colloïdal et il coagule, floccule et sédimente très difficilement. Nous avons choisi les études et les expériences en fonction des données ci-dessus. C'est à la lumière des nombreuses études et expériences effectuées sur les colloïdes et sur la précipitation dans les années 60 et 70 à la Faculté des sciences et des mathématiques (Département de chimie) de Sarajevo et à l'Institut "Rudjer Boskovic" de Zagreb, en 1974, qu'ont été établis les fondements du traitement chimique préalable des eaux résiduaires de l'industrie du textile et du cuir. Des recherches ultérieures menées jusqu'en 1980 ont montré que par catalyse acide homogène en début de traitement, au stade de la floculation, on peut au préalable développer au maximum la surface d'adsorption et de chimisorption même avec des flocculents classiques comme  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  et  $\text{Al}(\text{OH})_3$  et même avec des sels de Fe saturés, comme à l'usine "Cinkarna" Celje, par hydrolyse à basse concentration (40 - 100 g/m<sup>3</sup>).

## II - LA THEORIE DU TRAITEMENT CHIMIQUE DES EAUX RESIDUAIRES COLLOIDALES

Il va sans dire que grâce aux études théoriques, on peut effectuer des expériences sur un milieu aussi précis que possible, dans lequel un seul élément aux caractéristiques bien définies remplace une multitude d'éléments non définis; en l'occurrence, il s'agit de la gélatine. Selon la concentration des éléments et leur pH, le système gélatine -  $\text{FeCl}_3$  - NaCl - HCl ou NaOH présente un comportement complexe mais caractéristique (Wolf R. 1973). On en trouve une illustration à la figure 1, graphique du milieu. Avec un pH compris entre 2 et 4 on obtient un gel théxotrope dense et très visqueux (alpha), jusqu'à 10 on obtient un colloïde clair et stable (beta) et lorsque le pH dépasse 10,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  précipite en flocons (gamma). La figure 1 donne simplement la structure schématique du gel (alpha), du colloïde (beta) et des flocons d'hydrate de fer ou hydroxyde de fer. Ces expériences prouvent sans aucun doute qu'un électrolyte produit simultanément un effet d'activation sur les composés organiques à macromolécules, comme l'albumine, la glycérine, le sucre (Durkin V. 1971/72), les substances tensio-actives (Filipovic', Vincekovic' N. 1973, Despotovic' R. 1973, Krleža F., Durkin 1963) et les composés analogues et un effet de coagulation sur le  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  à l'état colloïdal. Ces expériences débouchent sur la conclusion que la présence d'électrolytes et la désagrégation des molécules des composés organiques (généralement contenus dans les eaux résiduaires) favorisent le passage d'ions  $\text{Fe}_3$  aux groupes fonctionnels de molécules organiques. Ce phénomène se produit en même temps que l'hydrolyse de  $\text{Fe}_3$  et la formation de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Il en va de même avec les ions  $\text{Al}_3$  et  $\text{Cr}_3$  (Durkin V. 1971/72) et avec les ions d'autres métaux lourds (Krleža F., Markovic' V. 1960, Krleža F., 1959, Krleža F., Durkin V. 1960, Krleža F., Durkin V. 1963, Krleža F. 1970). Il ressort manifestement de ces expériences que la diminution de la concentration des composés organiques ci-dessus altère les qualités coagulantes de l'électrolyte et provoque la précipitation de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  avec un pH peu élevé et vice-versa.

On s'est servi de différents systèmes pour ces expériences mais, du fait de la généralisation, on a abouti à des conclusions identiques. Les conditions dans lesquelles se sont déroulés les essais d'épuration des eaux résiduaires sont analogues à celles dans lesquelles Wolf et Tezak ont effectué leurs expériences en 1957.

Dans le premier graphique supérieur de la figure I, la courbe  $-\text{COO}^-$  représente la concentration totale des groupes chargés négativement et la courbe  $-\text{NH}_3^+$ , la concentration totale des groupes chargés positivement.

Si on confronte le graphique du milieu et celui du bas, on voit que la concentration de  $\text{-COO}^-$  commence à augmenter dans la zone du gel ( $\alpha$ ) et qu'elle s'accroît encore davantage dans la zone du colloïde clair ( $\beta$ ). On peut en conclure que la présence d'un petit nombre de groupes  $\text{-COO}^-$  dans chaque molécule de gélatine fait que des colloïdes de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  chargés positivement s'agglomèrent aux molécules de gélatine désagrégées pour former un gel de nature ferme ( $\alpha$ ). Les auteurs dont les noms sont mentionnés ont conclu que les colloïdes de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  sont chargés positivement jusqu'au point isoélectrique ( $\text{pH} = 7$ ) et que le sol est donc positif mais qu'au-delà, le sol devient progressivement négatif. En outre, plus le pH augmente plus la concentration des groupes  $\text{-COO}^-$  augmente. Ceux-ci rejoignent les ions  $\text{Fe}_3$  (complexation et chélation) et c'est ainsi que se forme le  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ( $\beta$  dans le graphique du milieu); la stabilisation de très petites particules de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  gênées par les molécules de gélatine ( $\beta$  dans le graphique du bas) est possible dans une certaine mesure. C'est ce qui explique l'échec des nombreuses tentatives de neutralisation. L'hydrolyse et la précipitation ( $\gamma$ ) de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  qui s'ensuit ne sont possibles qu'avec un pH élevé.

Après leur introduction, les ions Ba et Ca rejoignent les parties activées des molécules organiques, comme dans le cas de la formation du  $\text{BaSO}_4$  et  $\text{CaSO}_4$ . C'est ainsi qu'est activée la formation de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Il est maintenant clair que toutes les tentatives d'épuration des eaux résiduaires par simple neutralisation sont vouées à l'échec. Il en résulte que l'épuration chimique des eaux résiduaires, si celles-ci contiennent des composés organiques à macromolécules et pour autant que leurs caractéristiques aient été définies, devrait comprendre les étapes suivantes :

- Introduction d'électrolytes à activation acide;
- Formation de flocculant et activation de tous les composés organiques à macromolécules et des autres composés et adsorption par les flocculats primaires;
- Formation d'un sol négatif et élargissement de la surface des colloïdes, et ainsi création des conditions propices à la floculation;
- Floculation;
- Précipitation.

Toutes ces étapes sont effectuées en deux phases (Zupkovic' V. 1971) et sont suivies de la décantation ou de la filtration et, finalement de la neutralisation des effluents (Zupkovic' V. 1974, 1975, 1979). Le réactif qui permet la

formation de phospho-gypse (Ahmedov M.A. 1930) favorise une adsorption et une chimisorption (Paneth, Fajans, Loi de Han) et la suppression de polluants principaux. Selon la loi de Schultze-Hardy, l'adsorption et la floculation s'enchaînent logiquement comme le montrent les expériences effectuées sur les eaux résiduaires de l'industrie du textile et du cuir. Les résultats donnés par l'application pratique des études théoriques et l'amélioration des recherches ont été extrêmement bons.

### III. RESULTATS DES ESSAIS D'EPURATION CHIMIQUE DES EAUX RESIDUAIRES DE L'INDUSTRIE DU TEXTILE ET DU CUIR

Certains désaccords entre les responsables du projet et les chercheurs ont nécessité en permanence des recherches qui ont été entreprises par l'Organisation autonome pour la promotion de la science et l'Organisation pour la promotion de l'énergie hydroélectrique, grâce à une aide spéciale et à des fonds fournis par TK "Interplet" - Brčko et l'usine de fourrure et de cuir "Milan Kitanovic" - Valjevo. Des essais de traitement chimique des eaux résiduaires de l'industrie du textile et du cuir ont été effectués dans la République socialiste de Bosnie-Herzégovine de même que dans d'autres Républiques. Des techniques d'épuration ont également été essayées pour les eaux résiduaires provenant de la production de cellulose et du traitement de préservation du bois de même que pour les émulsions résiduaires provenant du traitement mécanique des métaux. Dans tous les cas, les résultats ont été impressionnants. Au cours des expériences, une série d'essais préliminaires ont été effectués pour trouver la meilleure méthode d'épuration.

Les courbes figurant sur le graphique sont la représentation des différentes méthodes utilisées pour réaliser la floculation dont il est question plus haut.

Pour toutes les expériences figurant sur les graphiques 1 et 2, les réactifs ont été utilisés aux concentrations suivantes :

1. $Fe_2(SO_4)_3$	sub. 50g/m <sup>3</sup>
2. $Al_2(SO_4)_3$	sub. 100g/m <sup>3</sup>
3. $CH_3COOH$	glacial (conc.)
4. $H_2SO_4$	Conc.
5. $H_3PO_4$	Conc.
6. NaOH	Solution p.l.
7. $Ca(OH)_2$	Emulsion 5%

- Courbe 1. - Neutralisation ordinaire d'eaux résiduaires alcalines par flocculation à l'aide de  $H_2SO_4$  et de sels de fer.
- Courbe 2. - Neutralisation ordinaire directe d'eaux résiduaires acides à l'aide de NaOH, de  $Na_2CO_3$  ou de  $CaCO_3$  avec adjonction de sels de fer et d'alumine.
- Courbe 3. - Neutralisation directe à l'aide de  $Ca(OH)_2$  et adjonction de sels de fer et d'alumine et de polyélectrolytes. Cette combinaison de réactifs a été utilisée dans d'autres expériences.
- Courbe 4. - Selon les teintures utilisées, les eaux résiduaires de l'industrie textile contiennent des quantités variables de  $H_2SO_4$ . D'après des expériences préliminaires, il semble qu'une hydrolyse à l'acétate s'impose. Au début des expériences effectuées pour déterminer la meilleure méthode de traitement chimique, l'activation acide (acidification) avait été effectuée avec de l'acide sulfurique.

Les variantes 4' et 4" indiquent que la méthode utilisée n'est pas la même selon la teneur des effluents.

- Courbe 5. - Epuration avec activation acide préalable. Les eaux résiduaires passent par les étapes déjà présentées, y compris l'adsorption et la coprécipitation. Le seul problème vient de ce que l'épuration atteint son maximum d'efficacité dans une plage de p<sub>H</sub> relativement étroite.
- Courbe 6. - Toutes les courbes précédentes résolvent le problème du caractère amphotère de  $Al(OH)_3$ . En cas d'oxydation plus poussée des ions  $OH^-$ ,  $Al(OH)_3$  se transforme en ions aluminate et une grande partie des polluants est adsorbée par les flocculats primaires. L'introduction en concentration relativement faible d'ions phosphate stimule la coagulation et la flocculation des ions Fe, Al et Ca en excédent, étant donné que les ions Ca précipitent en sulfates et en phosphates; la nouvelle combinaison de phospho-gypse, entraîne la formation d'un précipité très filtrable qui peut être utilisé comme engrais de bonne qualité.

Graphique 2

La méthode d'épuration chimique des eaux résiduaires représentée par la courbe 5 a été examinée en détail ces dernières années. Cette méthode est applicable à toutes les eaux résiduaires possédant manifestement des propriétés colloïdales complexes. Le graphique 2 montre les effets obtenus sur chaque polluant et l'indice d'épuration obtenu avec la méthode qui sert de base à l'innovation P-520/51.

Cette méthode permet d'éliminer la plus grande partie des matières toxiques et des matières difficilement dégradables, comme l'azote, le phosphore, les substances tensio-actives et les substances analogues, les colorants, les métaux lourds et les sulphures.

## CONCLUSION

1. En cas d'augmentation de la concentration d'un sol négatif, tous les composants restent à l'état de colloïdes. Lorsque le pH du milieu est relativement élevé ( $3 < \text{pH} < 11$ ) à cause de l'excès d'ions  $\text{OH}^-$  provenant de l'hydrolyse, le  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  colloïdal est stabilisé par les ions hydroxide et les particules sont chargées négativement. C'est à ce moment là que les molécules organiques et autres sont adsorbés de même que les ions chargés positivement.
2. Quand la turbidité atteint son maximum, il se produit une précipitation et les floculats (visibles à l'ultramicroscope) sont chargés négativement. Le pH maximum est de 5,9 (valeur optimale d'activation), ce qui convient à la formation d'hydroxide de fer, tandis que les particules chargées négativement sont censées être adsorbées par la surface des colloïdes d'hydroxide de fer, ce qui se traduit par une neutralisation partielle ou complète de leur charge et par une précipitation. La formation de boue primaire est suivie de l'adsorption des polluants.
3. Quand le pH est d'environ 3,5, les particules d'hydroxide de fer sont chargées positivement et il est probable qu'elles sont stabilisées par les ions  $\text{Fe}_3$ . La concentration du sol négatif est faible par rapport à celle du sol positif. C'est la phase dans laquelle l'agent de floculation offre le maximum de surface. Cette phase joue un rôle d'activation, catalysant ainsi tout le processus d'épuration.
4. L'adjonction d'ions  $\text{Al}_3$  et d'ions sulfate et phosphate fait partie intégrante du nouveau procédé d'épuration et elle est déterminante pour la qualité du précipité final.
5. Pris séparément ou pris dans leur ensemble, les effets de l'épuration sont importants et la concentration finale de certains polluants ne dépend pas toujours complètement de leur concentration initiale car les effets du traitement sont souvent variables.

TABLEAU 1

- 61 -

 CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES PRODUITES  
 PAR L'INDUSTRIE DU TEXTILE

PARAMETRES	Unité de mesure	$\bar{X}$	X Moyen	95 % X Maxs	SD
pH	-	9,90	10,08	11,40	0,70
Débit	m <sup>3</sup> /2h	426,7	418,0	602,5	91,0
Alcalinité	g CaCO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	279,3	269,0	477,0	110,0
Acidité	g CaCO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	262,5	259,0	370,0	66,5
COD = HPK	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	198,5	408,0	441,0	160,0
BOD <sub>5</sub> = BPK <sub>5</sub>	"	71,3	64,0	187,0	42,0
TENSIDES	g DBS/m <sup>3</sup>	21,1	19,0	51,2	8,5
SULFURES	g/m <sup>3</sup>	0,5	0,2	1,7	0,08

TABLEAU 2

 CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES PRODUITES  
 PAR L'INDUSTRIE DU CUIR

pH	-	9,18	8,99	11,0	0,68
Débit	m <sup>3</sup> /2h	1165,6	830,0	1618,8	320,2
Alcalinité	g CaCO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	40,0	37,0	48,1	4,1
Acidité	"	363,0	227,0	463,0	57,0
COD = HPK	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	1520,0	1240,0	2300,0	102,0
BOD <sub>5</sub> = BPK <sub>5</sub>	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	738	730	1375	67,3
Cr (total)	g /m <sup>3</sup>	17,1	10,2	55,9	8,3
TENSIDES	g DBS/m <sup>3</sup>	19,0	17,5	39,8	6,9
SULPHURES	g/m <sup>3</sup>	37,1	10,8	43,2	9,7

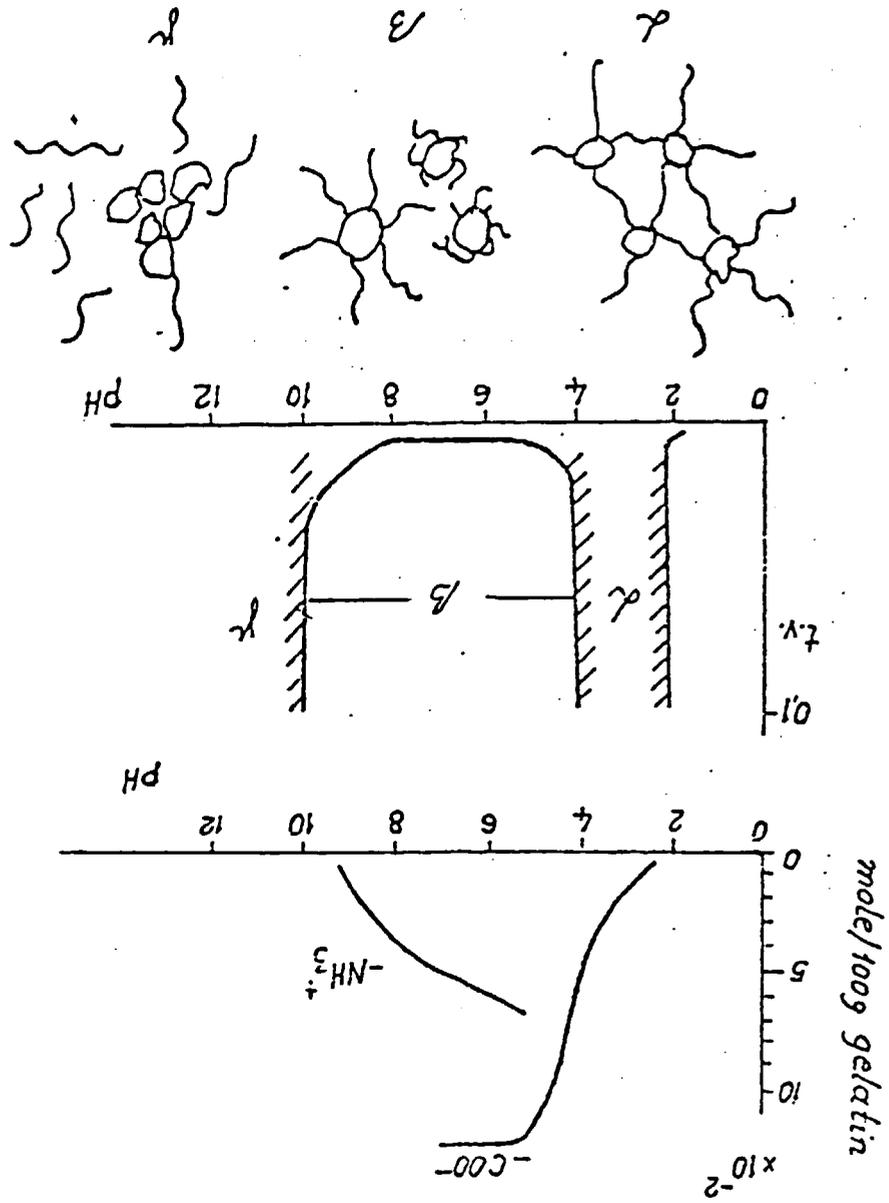
MARGE DE  
SECURITE $X \pm SD.t$ 

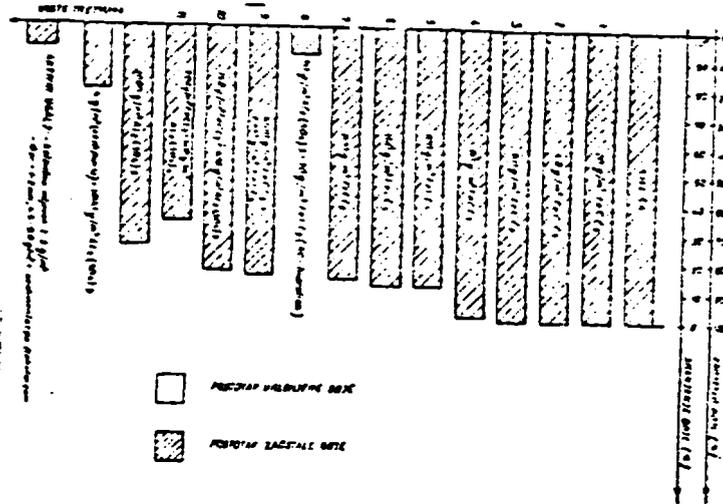
pour p = 0,05

t = 1,96

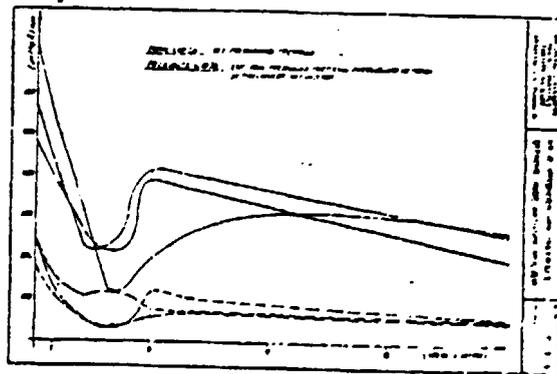
Fig. 1.

(R. Wolf et al.)





Graphique 1a.

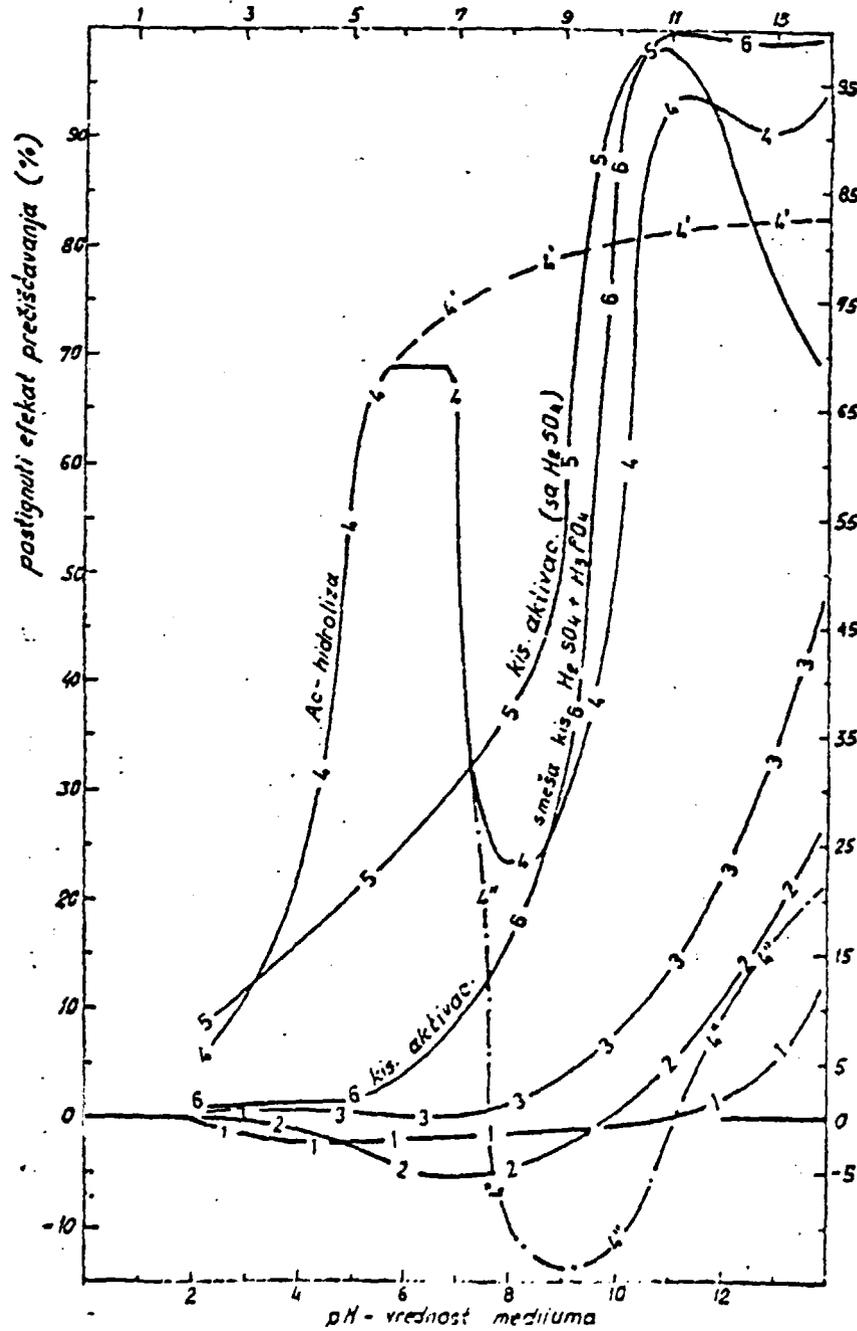


Graphique 1b.



AGE	- 64 -
CHIFFRE	

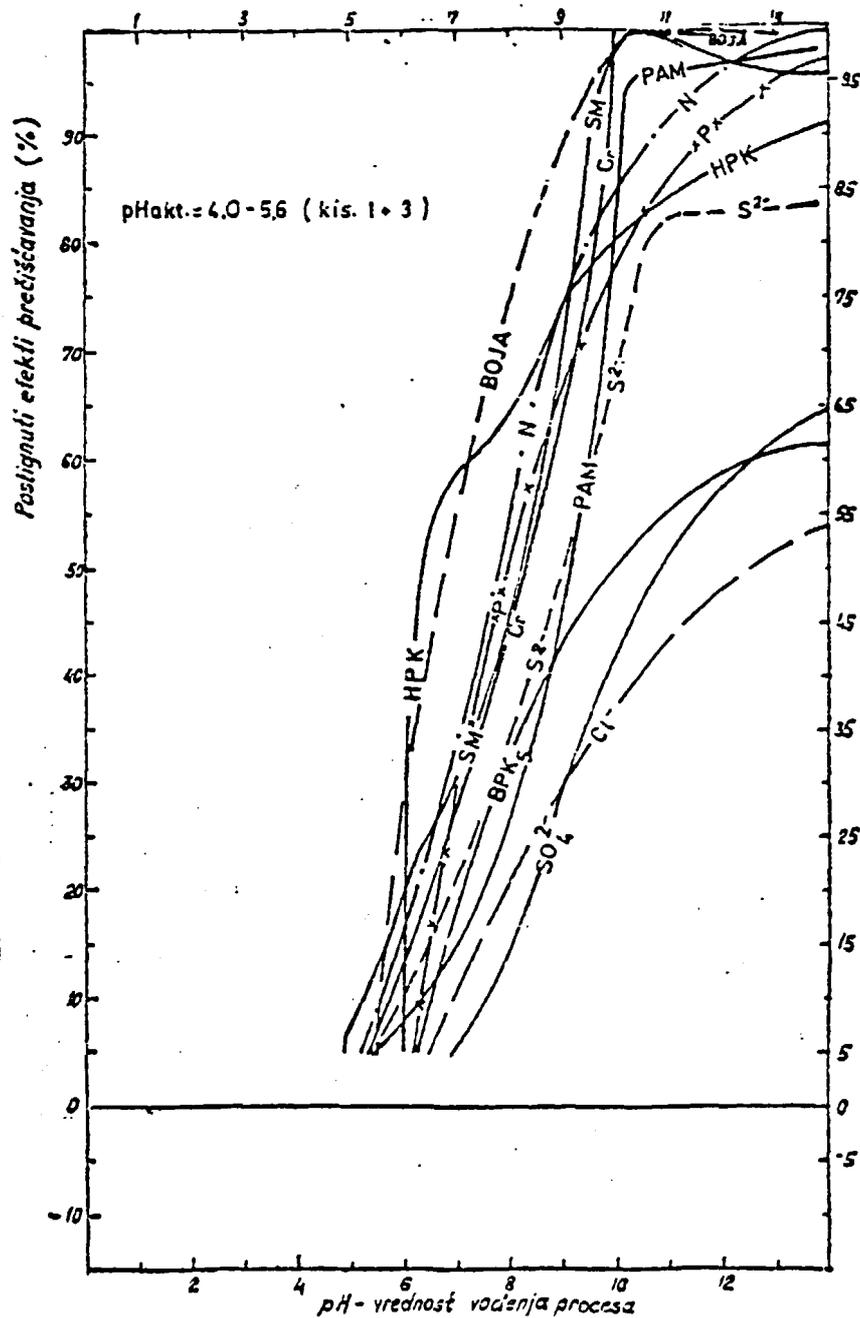
GRAFIQUE 1



Les différentes méthodes de traitement  
chimique des eaux résiduaires de  
l'industrie du textile et du cuir



GRAFIK 2



Méthodes optimales de traitement  
chimique des eaux usées produites  
par l'industrie du textile et du  
cuir

BIBLIOGRAPHIE

1. Krleza, F. (1959) "Settling Effects of Aluminium Ion With Ferrocianid Ion" Chemists' Society Herald, BiH, 8, Sarajevo.
2. Wolf, R., Tezak, K. (1957) Croat. Chem. Acta, 29, 461.
3. Krleza F., Durkin V. (1960) "Determination of Sedimentation Curve for Ferrum Hidroxide by Photonephelometric Method", Chem. Society Herald of BiH, 9 Sarajevo
4. Krleza F., Durkin, V. (1960) "Settling Interaction of Aluminium Hidroxi- de Sol and Silicic Acid Sol - A Contribu- tion to Better Understanding of Flocculation Occurences of Bauxite Components," Chemic. Society Herald, BiH, 9, Sarajevo.
5. Krleza, F., Durkin, V. (1963) "Photonephelometric Determination of Settling Interaction Between the Nassendi Sol of Ferrumoxihidrate and Silicic Acid, Chem. Society Herald, BiH, 12, Sarajevo.
6. Krleza F. (1970) "An Influence of the Method of Settling Ferrum(3) oxihidrate, Aluminium-oxihidrate, and Chromoxihidrate on Filtration". Chem. Society Herald, BiH, 18, Sarajevo.
7. Filipovic'-Vincekovic' N(1973) "Investigations of the Influence of Cation Tenside Ions on Silver iodide sols" III Yugoslav Conference on Surface Active Matters, Novi Sad.
8. Despotovic', R. (1973) "Dependance of Coloide - Chemical Proper- ties of Tensides on their Chemical Nature", III Yugosl. Confer. on Surface Active Matters Novi Sad.
9. Wolf R. (1973) "A Scheme of Gelatine Amphoteric Polyelec- trolite effects on Coloide Ferrum(3) Hidroxide in statu Nascendi", III Yugosl. Conf. on Surface Active Matters, Novi Sad.
10. Zupkovic', V. (1974) "Cotton Industry Waste Waters Characteristic Treatment and influence on Natural Water" V Conference on Waste Waters 127-165, Belgrade
11. Zupkovic', V. (1976) "Experimental Selection Methodology of Purification Process of Waste Waters Containing Surface Active Matters", Report of the VII International Congress on Surf. Act. Matters, Sect. D/3, 38, Moscou.

.../...

12. Zupkovic', V. (1978) "Selection of Technological Purification Process for the Waste Waters of the Graphic Industry - Detoxication, Water, Sanitary Technique, 5, Belgrade.
13. Zupkovic', V. (1979) "Experimental Investigations of Purification possibilities of the Textile and Leather Industry Waste Waters According to the Method of Positive and Negative Sols Formation with Central Ferrum(3) and Aluminium Ions and with Utilisation of Polielectrolite, Selfmanagement Interest Science Association of Bitt.
14. Zupkovic', V.(1981) "Announcement of the Patent P-520/81", Federal Office for Patents, Belgrade.
15. Durkin, V.(1971/72) "PH effects on Complexing of Cr(III) with glycerol, Chem. Soc. Herald, BiH, 19/20, Sarajevo.
16. Ahmedov, M. A.(1980) "Fosfogips" Isledovanie i Primenenie, Tachkent isd. "FAN", RSS d'Ouzbekistan.
17. ZUPKOVIC, V. (1981) An outline of innovation solutions of waste waters pretreatment in the textile and leather industries", OHRID, C.O.P.I.S.E E., II Kongres, pages 155 à 164.

7.4. ANNEXE IV. - Litteratures

1. FOFANA; Dj., WARETTO, D. (1981) : "Rapport sur l'Assainissement et l'Approvisionnement en Eau dans la Ville de BOBO-DIOULASSO" Octobre, Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement, Haute-Volta.
2. ZUPKOVIC, V. (1981) : "Basis for innovation solutions of Waste Water Pretreatment from Textile and Leather processing industry" CO.P.I.S.E.E, II KONGRES O ZASTITI VODA, O'HRID.
3. ZUPKOVIC, V. (1982) : "OSNOVA INOVACIJSKIH RJEŠE-VODA TEKSTILNE KOZARSKE INDUSTRIJE", ZASTITA, SARAJEVO, (1) 19.
4. ZBORNIK RADOVA, (1980) "OTPADNE VODE TEKSTILNE IKOZARSKE INDUSTRIJE", POREC, 1-3 APRILA
5. DIEPA (1982) "PLAN DECENAL DU SECTEUR EAPA", Décennie Internationale de l'Approvisionnement en Eau Potable et de l'Assainissement, DIEPA 1981-1990, Ouagadougou.
6. POPOVIC, S. (1975) "ZASTITA VODA I VARDUH OD ZAGADJIVANJA", STRUCNA KNJIGA", BEOGRAD, NIP " KNOIZEVNE NOVINE".
7. KARAPETIANTZ, M. (1978) "INITIATION A LA THEORIE DES PHENOMENES CHIMIQUES", EDITION DE MOSCOU.
8. MARGOLA, A. (1980) "ETUDE SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX RESIDUELLES DE LA SOCIETE VOLTAIQUE DE TEXTILES - VOLTEX A KOUDOUGOU, Rapport établi pour l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONU DI).
9. DEGREMONT (1978) "MEMENTO TECHNIQUE DE L'EAU" HUITIEME EDITION, PARIS.
10. PACHECO, R. (1982) : "L'INDUSTRIE SIDERURGIQUE ET L'ENVIRONNEMENT: CONSIDERATIONS GENERALES", PNUE "Industrie et Environnement Numéro Spécial 1982, p. 53-59.
11. NIYUNGEKO, T. (1982) : "IL SUFFIT DE VOULOIR", SANTE DU MONDE, Le Magasine L'OMS, p. 26-29.

7.6. ANNEXE 6. : LE LABORATOIRE EQUIPE POUR LES DIFFERENTES ANALYSES SUR LES EAUX

L'usine de textile "VOLTEX" n'a pas actuellement de laboratoire équipé pour les différentes analyses sur les eaux. De plus, nous pouvons dire que le laboratoire existant à la Direction de l'HER s'avère totalement inadapté.

Par exemple, nous avons trouvé dans le laboratoire VOLTEX, l'état du matériel suivant :

MATERIELS DE LABORATOIRE DISPONIBLES	
DESIGNATION	QUANTITE
1. Alambic (à eau distillée de table):	1
2. pH-mètre (Tacuselle)	2
3. Pipettes à 2 ccm	2
à 5 ccm	2
à 10 ccm	7
à 25 ccm	25
4. Pipettes jaugées	
à 10 ccm	1
à 20 ccm	1
à 50 ccm	1
5. Burettes à 25 ccm	14

Pour les besoins de contrôle de la qualité des eaux usées et des eaux purifiées, le laboratoire d'analyses chimiques et biochimiques devra être équipé avec un outillage assez moderne, comme suit :

1. RAMPES D'EXTRACTION à 16 postes et à 2 étages pour matras ou Kumagawa. Ces appareils servent pour les extractions par soxlets, kumagawa, matras, DCO etc... Elles se font à postes multiples, soit en ligne, soit en étage, selon le nombre d'extracteurs fonctionnant ensemble.

2. ETUVES A DESSICATION

- taille "V" sur demande : TS IV
- dimensions ext. (larg. X haut x prof.): 76 x 115 x 73
- dimensions int. : 57 x 85 x 57
- capacité litres : 276
- nombre de plateaux : 3

3. RAMPES A PLATINES CHAUFFANTES (PARIS-LABO)

Les appareils à poste multiples sont à régulation unitaire, chaque platine pouvant fonctionner seule. Le dessus des tables 300 x 300 ou 300 x 600 peut être fait en fonte néhanite. Dans ce cas, ces appareils peuvent être équipés avec un bac en tôle d'acier servant de bain de sable.

4. SPECTROCOLORIMETER DR-2/IR-EL-AC REF 1206-03 pour la détermination des matières polluantes et des matières en suspension dans les eaux et dans les eaux usées.

5. PIPETORS OXFORD (PARIS-LABO)

Reproductibilité meilleure que 0,5 %. Les réactifs n'entrent en contact qu'avec du verre et du teflon. Exécution compacte permettant le stockage au réfrigérateur. Pièces de verre interchangeables et protégées par la bouteille.

- modèle R 15
- modèle S-A 25

6. OXIGENE ELECTRODES (Au/Ag) avec les bouteilles "WINCKLER" pour BOD<sub>5</sub> :

- appareils 2
- électrodes 12
- bouteilles "WINCKLER"  
à 250 - 300 ml 50

7. ION SELECTIVE ELECTRODES

- SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- CN-
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup>
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- Cl<sup>-</sup>
- S<sub>2</sub><sup>-</sup>
- Cu<sup>2+</sup>
- Zn<sup>2+</sup>
- Cn<sup>3+,6+</sup>
- etc..

MATERIELS DE LABORATOIRE A POURVOIR		
DESIGNATION	: QUANTITE :	
1. Agitateur magnétique (type prolabo) non chauffant.....	:	1 :
2. Agitateur magnétique (type prolabo) chauffant:	:	1 :
3. Barreaux aimantés (revêtus de teflon)	:	:
45 x 9 mm .....	:	4 :
4. Agitateurs à main.....	:	10 :
5. Becs Bumen.....	:	3 :
6 Supports pour becs Bumen.....	:	3 :
7. Toiles métalliques pour becs Bumen .....	:	6 :
8. Thermomètres métalliques (en acier inox. à cadran circulaire 0°C à 200° C avec tige plongeante).....	:	7 :
9. Balance de précision (genre metler) cinq décimales.....	:	1 :
10. Balance "mettler" deux décimales type PC 4400.....	:	1 :
11. <u>Appareillage pour essais de solidité des teintures et impressions :</u>	:	:
- Source de lumière dans une chambre d'exposition bien ventilée (Lampe au XENON).....	:	1 :
- Filtre pour Lumière.....	:	1 :
- Filtre pour la chaleur.....	:	1 :
- Echelle grise (pour évaluation des dégradations).....	:	1 :

Un laboratoire d'analyses chimiques et biochimiques devra également être envisagé à très brève échéance. Pour ce laboratoire, il faut compléter les analyses indiquées : une ou plusieurs unité(s) mobile(s) seront nécessaires pour assurer un contrôle systématique de la quantité, de la qualité et de l'influence des eaux usées industrielles et urbaines sur des eaux superficielles et souterraines dans la Haute-Volta toute entière.

7.7. ANNEXE 7. - REVISION DES RAPPORTS EXISTANTS

J'ai fait une inspection minutieuse du rapport de Monsieur Margola Alfredo et une inspection partielle des rapports suivants :

- RAPPORT sur l'installation d'une station de traitement des eaux industrielles de l'usine de textile "VOLTEX" à Koudougou République de Haute-Volta "Ministère du Développement Rural".
- RAPPORT sur l'analyse d'eau de l'usine de textile "VOLTEX" Koudougou, WPW Ingénieur Conseil FELDMANNSTRAS SE 72-74, D-6600 SAARBRÜCKEN, RFA, 1981.

Ces deux rapports m'ont été transmis pour information le 11 janvier 1983, par Monsieur Klaus Bauman, alors que j'avais fini le mien. C'était un peu trop tard, mais après un rapide coup d'oeil sur les sujets traités, je me suis décidé d'en discuter.

Maintenant que les activités sont terminées, on peut dire qu'elles ont été très correctement exécutées, mais les processus recherchés qui ont été mis en place étaient erronés, ou plutôt leur choix était erroné.

Dans le rapport de l'O.N.E., l'auteur dit : "Après neuf (9) années (1979) de rejets par l'usine, sans traitement, la contamination des bas-fonds du marigot de Koudougou est telle que l'Administration ne peut plus tolérer la continuation des rejets sans traitements.

Les éléments de traitement et leur dimension nous semblent un minimum pour atteindre une épuration acceptable...

Notre pré-étude chiffre les dépenses annuelles entre 40 à 45 millions en fonction du volume d'eau à traiter. Si les conditions de financement sont favorables, ces dépenses diminueront. Toutefois, on peut dire que les dépenses pour un traitement satisfaisant des eaux usées de la Voltex, seront entre 35 et 45 millions de FCFA par an, charge qui incombe à la Voltex.

Comment la Voltex peut-elle réduire ces charges ?

1. Dans cette étude, ils ont parlé d'un recyclage, supposant que l'usine réutilise 750 m<sup>3</sup>/jr de ces eaux, elle économisera sur l'achat d'eau brute. Dans ce cas, l'économie annuelle serait :

$750 \times 335 \times 108 = 27\,135\,900$  FCFA, parlons de 25 millions de FCFA et il restera à sa charge,  $40-27 = 13$  millions de FCFA, ou  $35-27 = 8$  millions de FCFA en cas de financement très favorable.

2. On peut penser également à l'usage des eaux traitées pour l'irrigation dans la plaine du Marigot de Koudougou. Ceci donnera un gain sur la valeur des produits agricoles récoltés. L'O.N.E. n'est pas habilité à chiffrer cette plus-value, mais il veut introduire cette idée. A la fin de son étude, ils ont posé la question suivante :

"Qui va assurer le bon fonctionnement de la station ?"

Il y a deux solutions :

1. La Voltex fera fonctionner la station à ses propres frais, risques et périls.

2. La Voltex confiera la gestion de la station à l'ONE, organisme bien expérimenté dans le domaine du traitement des eaux".

Ils ont mis en valeur une combinaison d'un processus toutefois classique. Toutes les autres idées sont parfaites.

Dans le rapport de "WPW" (1981), on peut voir une conception du traitement avec l'acidification en comparaison d'une conception classique. Malheureusement, le choix d'acide a été erroné (HCl), mais le processus avec l'activation mis en action était partiellement bon (voir annexe 7.5.).

Les résultats des travaux sont très bons et en suivant les conclusions, on peut noter clairement un inconvénient pour l'utilisation des conceptions du traitement classique et un processus avec l'activation partielle seulement jusqu'à la neutralisation. (voir annexe 7.5.)

../..

Les ingénieurs de "WPW" ont proposé la méthode suivante de l'épuration des eaux usées :

" I. - Bassin de compensation et de mélange pour une quantité des eaux usées pendant plusieurs jours (quantité par jour 960 m<sup>3</sup> d'eau).

II. Bassin de réaction avec injection de réactif sulfate d'aluminium (1,8 - 2,1 kg/m<sup>3</sup>).

III. Bassin de neutralisation avec injection d'acide chlorhydrique (0,0 - 0,171/m<sup>3</sup>) - neutralisation jusqu'à pH=4.

IV. Bassin de neutralisation avec injection de chaux (0,8 - 0,93 kg/m<sup>3</sup>) - neutralisation jusqu'à pH = 7

V.. Bassin de décantation

L'eau traitée est teintée de jaune et se décolorerait facilement avec de l'hypochloride de sodium (1,7 l/m<sup>3</sup>)".

---

Frais de décoloration	:	463 FCFA/m <sup>3</sup>
Frais de personnel	:	4,6 FCFA/m <sup>3</sup>
Frais d'énergie	:	46 FCFA/m <sup>3</sup>

---

Total..... 513,6 FCFA/m<sup>3</sup>

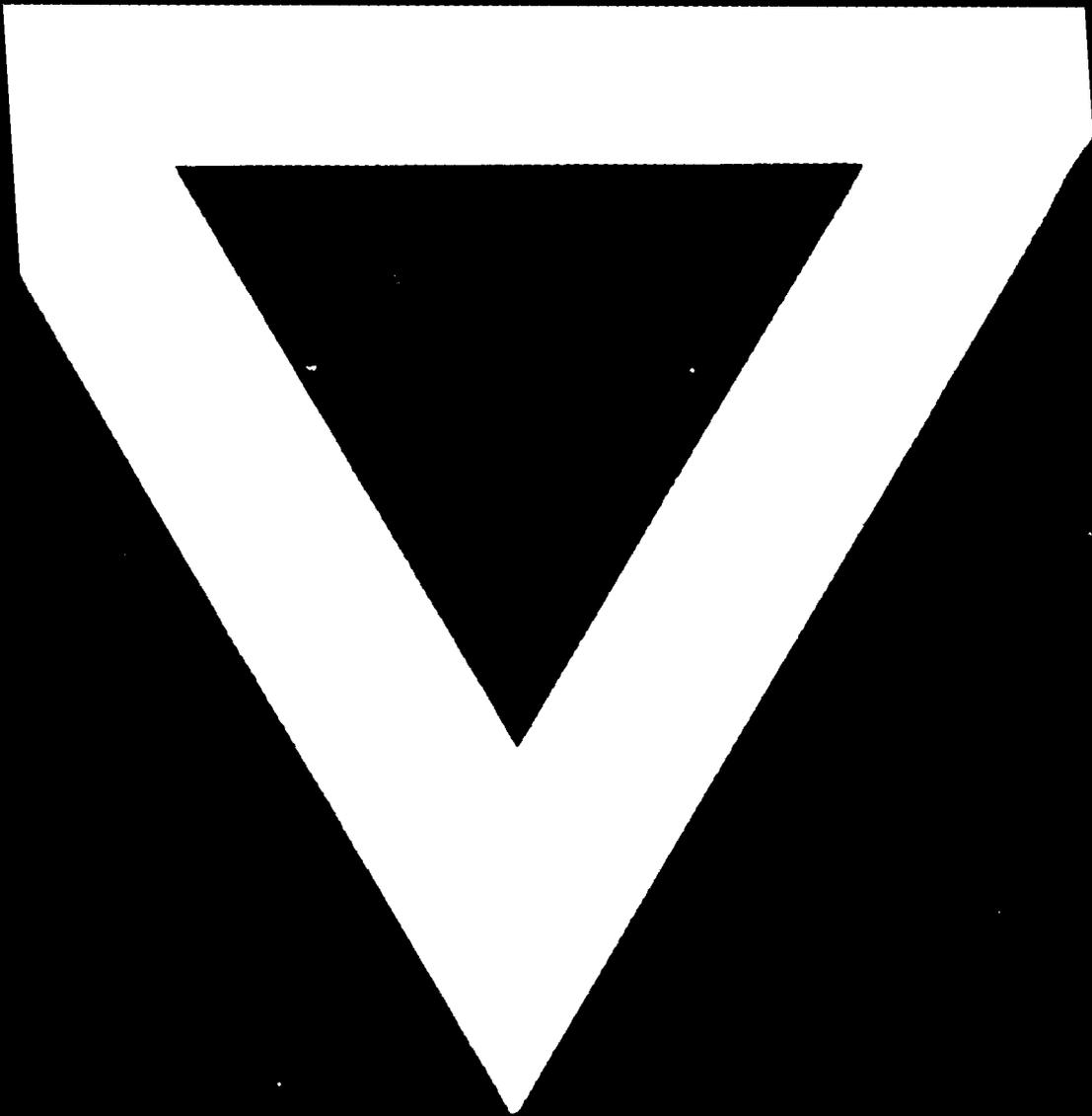
---

Frais d'élimination  
pour DCO..... 588 FCFA/kg DCO éliminés.

---

Pour le traitement et le stockage de la boue (chimique), ils pourraient utiliser un lit de séchage, car la boue conditionnée est stable et ne se mettrait pas en combinaison avec la pluie.

Une fois encore, on pourrait donner la conclusion générale qu'il était nécessaire de faire les analyses que nous avons proposées (voir 3.0. CHOIX DU PROCESSUS DE MON RAPPORT).



---

.08.08

AD.84.06