



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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 for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

15851-F

Distr. RESTREINTE

DP/ID/SER.A/721

1er août 1986

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

ASSISTANCE VISANT A PREVENIR LA DEGRADATION
DE L'ENVIRONNEMENT PAR LE PROJET DE
TANNERIE EN BLEU HUMIDE

SI/DJI/86/050

DJIBOUTI

Rapport technique : Assistance à l'industrie
du tannage à Djibouti.*/

Etabli pour le Gouvernement djiboutien
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
Organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de M. David Winters,
expert en traitement des effluents de tanneries

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

*/ Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise
au point rédactionnelle.

V.86-58888 (EX)

1/1

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
I. RESUME - GENERALITES	3
A. Résumé	3
B. Généralités	4
C. Mandat	5
II. OPERATION TYPE D'UNE TANNERIE ET MESURES VISANT A ATTENUER LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	6
A. Opération type	6
B. Production possible d'effluent et de déchets ...	8
C. Extraction des polluants de l'effluent de la tannerie	9
D. Caractéristiques de l'effluent traité	10
E. Odeur	11
III. PROGRAMME DETAILLE DU TRAITEMENT	12
A. Objectifs	12
B. Généralités	12
C. Données de base	12
D. Programme de traitement primaire possible	13
Fluxogramme	14
1. Filtrage	13
2. Bassin d'égalisation/d'homogénéisation/ d'oxydation	13
3. Neutraliser/coaguler/floculer	16
4. Bassin de sédimentation	17
5. Boue	17
6. Résumé	17
E. Traitement biologique ?	18
F. Lutte contre la pollution de l'air	19
IV. COÛTS POSSIBLES DU PROJET	20
V. CODE DE CONDUITE	23

1 \$US = FD 176

I. RESUME - GENERALITES

A. Résumé

Au cours d'une mission de 10 jours, le consultant a évalué les répercussions éventuelles que pourrait avoir sur l'environnement l'implantation d'une tannerie en coentreprise, à Djibouti, sur un emplacement adjacent aux abattoirs existants, pour le traitement en bleu humide de peaux d'ovins et de caprins disponibles localement, destinées à l'exportation.

Après des discussions avec l'éventuel coentrepreneur étranger, Glacelader de Suède (Glace), le consultant a mis au point un programme de traitement de l'effluent et des matières solides, qui sont escomptés provenir de la tannerie, pour que cet effluent une fois traité puisse être déversé dans le réseau d'assainissement municipal et la station d'épuration en cours d'installation. Il est estimé que le traitement physico-chimique proposé entraînera une réduction significative de la pollution :

Principaux paramètres possibles de l'effluent de la tannerie

		<u>Effluent initial</u>	<u>Réduction de la pollution</u>	<u>Effluent traité</u>
MS	mg/l	2 995	95 %	< 148 mg/l
DBO ₅	mg/l	900	60 %	360 mg/l
S=	mg/l	156		< 10 mg/l
Cr ⁺⁺⁺	mg/l	100	99 %	< 1 mg/l
Cl	mg/l	1 077	nulle	1 077 mg/l

Comme on peut le voir, il n'y aurait que des traces de chrome (trivalent) et les sulfures devraient s'élever à environ 10 mg/l. Le système de traitement aura bien dès lors pour effet de supprimer le risque d'odeurs nauséabondes.

Le consultant est convaincu que le système de traitement suggéré garantira que l'effluent déversé ne créera aucun problème à la station d'épuration municipale et que, si la tannerie est opérée conformément au "code de conduite" et aux directives de fonctionnement définis lors de l'attribution du mandat, celle-ci aura un effet dommageable pratiquement nul sur les environs de l'usine. En réalité, le consultant estime pouvoir affirmer qu'une tannerie bien gérée devrait provoquer moins de nuisances à l'environnement que la procédure de séchage des peaux qui serait nécessaire si la tannerie n'était pas implantée.

Le coût du programme devrait se situer bien en-deçà des limites budgétaires fixées dans le rapport de faisabilité révisé de Teknokonsult.

B. Généralités

Les 900 000 caprins et ovins recensés à Djibouti sont estimés produire de 300 000 à 600 000 peaux par an (avec un possible apport d'animaux et de peaux de zones frontalières). Jusqu'à ce jour, ces peaux ont été exportées après séchage avec une "valeur ajoutée" minimale.

La valeur des peaux exportées a été réduite par les nombreux défauts présents dans les peaux, dont un grand nombre est dû aux techniques rudimentaires d'écorchement et aux mauvaises méthodes de séchage.

Le Gouvernement djiboutien, désireux d'augmenter la "valeur ajoutée" de l'une des rares ressources locales, souhaite installer une tannerie pour le traitement ultérieur des peaux. Outre les avantages du traitement ultérieur, la présence d'experts en tannage permettrait d'introduire de meilleures techniques d'écorchement et d'améliorer la qualité et la valeur des peaux.

Une tannerie suédoise de renom (Glacé) s'est montrée désireuse de prendre part à titre de coentrepreneur au projet de tannerie en se chargeant des responsabilités techniques, administratives et commerciales de l'opération pour le traitement des peaux en bleu humide.

Une étude de faisabilité pour une tannerie en bleu humide de ce type a été réalisée par Teknokonsult de Malmö (Suède) (entrepreneurs en bâtiment) qui, bien que ne détaillant pas un programme de traitement d'effluent, a estimé le coût d'une telle installation à FD 37,2 millions (\$US 210 000).

Le Ministère des travaux publics, Direction de l'urbanisme et du logement, a proposé trois sites pour l'implantation de la tannerie :

- a) adjacent aux anciennes et nouvelles installations des abattoirs;
- b) dans une zone industrielle;
- c) à 12 km de la ville.

Les éventuels promoteurs du projet préfèrent le site adjacent aux abattoirs du fait qu'il offre plusieurs avantages : la tannerie recevrait des peaux brutes des abattoirs, ce qui réduirait au minimum les coûts de transport et de conservation. De plus, l'approvisionnement en eau de la ville et le réseau d'assainissement proposé se trouvent également proximité du site alors que dans les cas des deux autres sites offerts, il faudrait procéder à des forages et vraisemblablement refroidir l'eau qui serait de l'eau géothermique chaude. Toutefois, le gouvernement hésite, comme on peut s'y attendre, à donner son accord à l'implantation de la tannerie dans l'enceinte de la ville car il craint qu'elle n'ait des effets néfastes sur l'environnement.

Or, la technologie moderne actuelle permet le traitement des cuirs et peaux n'ayant que des effets néfastes négligeables sur l'environnement. La conception et l'opération appropriées d'une usine de retraitement peuvent, à l'évidence, aider à maintenir tout effet dommageable à

l'environnement à un niveau acceptable.

Le Gouvernement djiboutien a demandé, avec raison, qu'une étude détaillée soit effectuée à cet effet par une organisation compétente impartiale, en vue d'assurer que l'implantation d'une tannerie, bien que souhaitable pour l'économie du pays (valeur ajoutée estimée à \$ US 1,50 par peau traitée), n'aura pas de répercussions négatives sur l'environnement du pays.

C. Mandat

Le Gouvernement djiboutien a demandé une assistance dans ce domaine à l'ONUDI, qui a désigné à cet effet M. David Winters, consultant en industrie du cuir, expert en traitement des effluents de tanneries.

M. Winters connaissait parfaitement les conditions prévalant à Djibouti après avoir participé à une mission conjointe OPEP/ONUDI en janvier/février 1986.

Le mandat de cette mission de 10 jours a été établi comme suit :

"Le consultant rendra visite au coentrepreneur éventuel en Suède et devra spécifiquement :

1. discuter, déterminer et convenir du meilleur type de système pour le traitement des déchets de tannage de la tannerie en bleu humide sur le site adjacent aux abattoirs municipaux à Djibouti.

A son lieu de résidence :

2. mettre au point les détails du système technique décidé qui assurera que les effluents traités pourront être déversés dans le réseau d'assainissement municipal tout en garantissant un minimum d'odeurs nauséabondes.
3. contacter des fournisseurs compétents, soumettre la liste de l'équipement nécessaire, obtenir les offres et les conditions de livraison/installation correspondantes.
4. élaborer un "code de conduite" auquel devra se plier le personnel de la tannerie en vue d'assurer un fonctionnement efficace du système de traitement.

L'expert devra, enfin, rédiger un rapport technique faisant état du résultat de ses investigations".

II. OPERATION TYPE D'UNE TANNERIE ET MESURES VISANT A ATTENUER
LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

A. Opération type

1. Introduction

Il convient de souligner que la production du cuir est restée, même dans les pays les plus développés, une industrie fortement artisanale où les directeurs et techniciens de tannerie tendent à utiliser leurs propres méthodes. Ainsi, les installations et équipements varient-ils d'une tannerie à l'autre de même que la capacité de production et le produit fini. C'est pourquoi, malgré certaines similitudes, on ne saurait parler d'un procédé universel donné ou même d'une méthode de tannage "de base".

Compte tenu des variations dans les techniques utilisées, il n'est pas rare de constater une variation dans des détails spécifiques, ainsi la variation du volume d'eau utilisé de 20 litres/kg de peaux à 100 litres/kg si bien que les effluents de tels procédés pourront varier à leur tour dans une proportion semblable en ce qui concerne la concentration des polluants.

Les discussions avec "Glace" ont confirmé qu'ils envisageaient des installations plutôt conventionnelles utilisant en majeure partie des tambours en place des pales couramment utilisées. Il est prévu d'éliminer les poils par peinture et de ce fait les composants organiques de l'effluent seraient fortement réduits.

2. Opération type

D'une manière générale, le tannage est une opération groupée nécessitant une série de procédés, dans un ordre parfaitement maîtrisé. Un traitement type des peaux pourrait se dérouler comme suit :

(produits chimiques calculés en fonction du poids des peaux)

Sauf indication contraire, un drainage sera effectué après chaque traitement

Tableau 1

<u>Traitement</u>	<u>Produit chimique</u>	<u>Procédé</u>	<u>Durée</u>
<u>Pesée</u>	-	Pesage mach.	-
<u>Trempage</u>	En fosse/pale lessive 700 g <u>OU</u> en tambour lessive 300 g (eau changée plusieurs fois)	Pale ou tambour	2 jours pour peaux sèches <u>OU</u> 2/3 j pour peaux fraîches

Faible quantité bactéricides
Faible quantité agents de
trempage organiques

<u>Traitement</u>	<u>Produit chimique</u>	<u>Procédé</u>	<u>Durée</u>
<u>Peinture</u>	Avec mélange contenant 150 g.p.l. sulfure de sod. 500 g.p.l. chaux hydratée 20 - 25° Bé	A la main ou en machine	-
<u>Stockage</u>	-	-	4 - 6 heures
<u>Epilation</u>	-	A la main sur madrier ou mach.	-
<u>Chaulage</u>	200 % chaux hydratée 2 % sulfure de sodium à 25°C	Tambour	2 - 3 jours
<u>Chairs</u>	-	Machine	-
<u>Pesée</u>	-	Machine	-
<u>Lavage</u>	250 % eau à 20°C	Tambour	15 min.
<u>Lavage</u>	250 % eau à 25°C	Tambour	15 min.
<u>Déchaulage</u>	100 % eau à 30°C 1 % chlorure am.	Tambour	30 min.
<u>Confit</u>	Addition 0,5 % confit pancréatique	Tambour	2 - 4 heures
<u>Lavage</u>	30 % eau à 30°C	Tambour	15 min.
<u>Lavage</u>	100 % eau à 30°C		15 min.
<u>Dégraissage</u>	1 % liq. de marque 10 % solvant soluble dans l'eau Addition 200 % eau à 30°C	Tambour	30 min.
<u>Lavage</u>	250 % eau à 30°C	Tambour	30 min.
<u>Picklage</u>	70 % eau à 25°C 8 % sel 1,5 % acide sulfurique	Tambour	1 heure
<u>Tannage</u>	Addition 10 % sel de chrome (33 % base. 25 % Cr ₂ O ₃)	Tambour	2 heures
<u>Basification</u>	A pH 3,8 par addition de 0,75 % bicarbonate de soude au max.	Tambour	2 heures laissé reposer une nuit
<u>Stockage</u>	-	-	24 heures

<u>Traitement</u>	<u>Produit chimique</u>	<u>Procédé</u>	<u>Durée</u>
<u>Essorage</u>	-	Machine ou extension de la durée de stockage	
<u>Mesurage</u>	-	Machine	

Le produit obtenu est connu sous le nom de cuir en bleu humide.

Il convient de noter que bien que la méthode type citée ci-dessus recommande une consommation totale de 2 350 % - 3 550 % d'eau (soit 23,5 - 35,5 litres d'eau par kg de peaux brutes), si l'on tient compte de l'eau nécessaire pour l'entretien de la tannerie (lavage des tambours et des sols, etc.) et de l'habituelle surconsommation d'eau des tanneurs, il serait plus prudent de prévoir 45 litres d'eau par kg de peaux (45 l/kg).

B. Production possible d'effluent et de déchets

1. Tannage complet avec épilation en tambour

Il n'existe pas de données standard relatives au degré de pollution produite par un système de tannage en bleu humide comprenant une épilation à la peinture. Le consultant a toutefois calculé une telle pollution à partir des données de base publiées dans l'étude réalisée par le PNUE 1/, qui fournit des données pour les peaux salées soumises à un tannage complet :

Traitement type de cuirs

	<u>Quantité de pollution par tonne de matière première salée</u>		<u>Composition possible de l'effluent calculée par le consultant pour 45 l/kg d'eau utilisée</u>	
Matières en suspension	kg/t	150	mg/l	3 333
DBO ₅	kg/t	60	mg/l	1 333
Sulfure	kg/t	7	mg/l	156
Chrome (trivalent)	kg/t	4,5	mg/l	100
Chlorure	kg/t	160	mg/l	3 556

1/ "Environmental Considerations in the Leather Producing Industry" UNEP Projet 0402 - 73 - 001. UNIDO/ITD 337. Vienna 1975

2. Procédé suggéré par Glace (d'après le tableau 1 préalablement mentionné)

Les principales différences entre le procédé utilisé dans l'étude du PNUE 1/ et le procédé type de Glace sont :

a) Peaux brutes. Les peaux brutes sont séchées à l'air libre et ne contiennent donc pas de sel. Le seul sel employé consiste en 8 % utilisés pour le picklage, à savoir 80 kg/t Na Cl = 48,5 kg/t chlorure, ce qui pour 45 l/kg d'eau donnerait un effluent d'environ 1 077 mg/l de chlorures.

b) Épilation à la peinture. Le procédé d'épilation à la peinture donne une réduction significative des matières en suspension (MS) et de la demande biochimique d'oxygène (DBO₅) en comparaison avec la méthode "classique" de pulpage des poils en tambour. Une étude danoise 2/ montre que la peinture a entraîné une réduction des polluants dans l'effluent :

MS	17 kg/t
DOB	19,5 kg/t
	5

Ainsi les concentrations possibles de ces paramètres pourraient être de :

- i) MS : 150 - 17 = 133 kg/t, ce qui donnerait pour une utilisation de 45 l/kg d'eau 2 955 mg/l MS
- ii) DBO₅ : 60 - 19,5 = 40,5 kg/t, ce qui donnerait pour une utilisation de 45 l/kg d'eau 900 mg/l DBO₅

L'effluent non traité provenant du procédé type de tannage en bleu humide de Glace pourrait ainsi avoir les caractéristiques suivantes :

MS	2 955 mg/l
DBO ₅	900 mg/l
Sulphure	156 mg/l
Chrome (trivalent)	100 mg/l
Chlorure	1 077 mg/l

C. Extraction des polluants de l'effluent de la tannerie

Les systèmes de traitement de l'effluent suggérés par le consultant sont tous des procédés standard dont l'efficacité peut être calculée avec précision au stade de la conception du fait qu'ils sont à l'heure actuelle employés dans des centaines de tanneries. Dans son principe,

2/ Frendrup W. "The Influence of Unhairing Methods upon the Amount and Degree of Water Pollution from a Tannery : a Survey of the Literature 1967 - 73". J. Soc. Leather Technol. Chem. 1974 (58) 9.

le système de traitement proposé comprend trois éléments majeurs* :

1. Oxydation catalytique des sulfures

Les effluents combinés sont soumis à une oxydation catalytique à air utilisant du sulfate manganéux comme catalyseur. Un tel procédé continu peut en 4 à 6 heures diminuer la teneur en sulfure à $< 10 \text{ mg/l S}^=$. Une amélioration des résultats du point de vue technique peut être réalisée si le bain de chaux et les lavages subséquents sont soumis à une oxydation catalytique séparée. Toutefois, étant donné la petite taille du projet, il serait techniquement difficile d'opérer une unité aussi réduite et il semblerait préférable d'oxyder l'ensemble des solutions.

2. Sédimentation physico-chimique

Les effluents combinés sont mélangés pour obtenir une homogénéisation et une neutralisation mutuelle, le pH est ajusté à une fourchette de valeurs de 7,5 à 8,5 des flocculants et coagulants en quantités déterminées sont ajoutés à l'effluent, ce qui provoque la sédimentation de la presque totalité des MS et d'une quantité significative de la DBO_5 . Le sédiment est ensuite séparé du surnageant dans un bassin de sédimentation vertical. Au pH utilisé, pratiquement tout le chrome trivalent (aucun chrome hexavalent n'est utilisé) est extrait du sédiment.

3. Compactage/évacuation de la boue

Le sédiment (boue) qui contient l'ensemble des polluants extraits de l'effluent est, à la sortie du bassin de sédimentation, à l'état de boue liquide contenant de 2 à 3 % de matières solides et il est de ce fait difficile à manier et à évacuer. C'est pourquoi la boue est conditionnée avec de la chaux et passée dans un filtre-presse. Le produit résultant du passage dans le filtre-presse est un tourteau de 60 cm x 60 cm et de 3-4 cm d'épaisseur, qui contient environ 25-30 % de solides et se manipule facilement. Ce tourteau de boue est, avec tous les autres déchets solides (rognures, résidus de filtrage, chairs et poils, etc.) évacué quotidiennement vers un lieu éloigné, où il pourra être enterré sans risques.

D. Caractéristiques de l'effluent traité

A la suite du traitement décrit ci-dessus, on peut s'attendre à :

		<u>Effluent initial</u>	<u>Réduction de la pollution</u>	<u>Effluent traité</u>
MS	mg/l	2 955	> 95 %	< 148 mg/l
DBO_5	mg/l	900	60 %	360 mg/l
$\text{S}^=$	mg/l	156		< 10 mg/l
Cr+++	mg/l	100	99 %	< 1 mg/l
Cl	mg/l	1 077	Nulle	1 077 mg/l

* Détails techniques complets au chapitre suivant.

UN EFFLUENT TRAITE D'UNE TELLE COMPOSITION EST UNIVERSELLEMENT ADMIS DANS LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT MUNICIPAUX ET EST COMPATIBLE AVEC LE TRAITEMENT DE "BOUE ACTIVEE" QUI SERA UTILISE DANS LE PROJET URBAIN DE DJIBOUTI. (EN REALITE, DANS LA PLUPART DES PAYS UN EFFLUENT DE CETTE NATURE SERAIT SANS RISQUES DEVERSE DANS LA MER).

E. Odeur

Les tanneries ont depuis toujours la réputation de produire des odeurs nauséabondes, provenant de :

- i) La putréfaction agissant sur les matières protéiques durant le trempage des matières premières sèches. Aujourd'hui, on dispose de bactéricides pour supprimer une telle putréfaction et dans le cas de Djibouti, le processus de trempage sera limité du fait que le traitement concerne essentiellement des peaux fraîches, ce qui fait disparaître le risque de mauvaises odeurs;
- ii) Le sulfure provenant du processus de chaulage a une odeur nauséabonde caractéristique, toutefois, le procédé d'oxydation catalytique fera pratiquement disparaître tout risque de voir apparaître ce problème;
- iii) La putréfaction agissant sur les déchets organiques non tannés (les rognures, chairs fraîches, etc.) est la cause d'une grande partie des mauvaises odeurs dans les tanneries. Ce risque est facilement maîtrisé dans une tannerie moderne en respectant des règles adéquates pour l'entretien, p. ex. le lavage régulier des sols et des machines associé à l'évacuation quotidienne hors du site de tous les déchets solides, qui devront être transportés à la fin des opérations vers un lieu éloigné approprié pour y être enterrés;
- iv) Les conditions anaérobies prévalant dans les bassins où séjourne l'effluent ont parfois entraîné des émanations fétides. Dans les installations de traitement proposées, les bassins contenant l'effluent seront aérés 24 heures sur 24 si bien qu'aucune activité anaérobie ne pourra y prendre place.

Dès lors, dans la mesure où la tannerie et les installations de traitement sont opérées en respectant les points mentionnés ci-dessus, qui sont développés ultérieurement dans le "Code de conduite", le risque de voir des odeurs nauséabondes infester l'environnement est minime.

Remarque : Il serait possible d'installer une cheminée d'épuration de la pollution de l'air pour désodoriser les émissions provenant des bassins d'oxydation catalytique et d'homogénéisation. Une telle installation ne coûterait que quelque \$ US 5 000 mais nécessiterait des travaux de génie civil supplémentaires. Cf. le chapitre suivant.

III. PROGRAMME DETAILLE DU TRAITEMENT

A. Objectifs

Les principaux objectifs peuvent se résumer comme suit :

1. Eliminer et empêcher la possible émission de H₂S ou d'autres émanations de la tannerie, de ses environs et de l'effluent.
2. Traiter l'effluent de la tannerie pour qu'il soit déversable dans les installations d'assainissement municipales en construction et qu'il n'occasionne aucun effet dommageable pour l'environnement.
3. Faciliter la manipulation et l'évacuation de tous les polluants et déchets extraits de l'effluent de la tannerie.

B. Généralités

Il est suggéré que la tannerie en bleu humide soit implantée sur un site adjacent aux abattoirs existants dans la ville de Djibouti.

Bien que le site de la tannerie ne se trouve qu'à 100 m de la mer, il est clairement établi qu'aucun déversement ne sera autorisé dans la mer.

Le réseau d'assainissement municipal est en cours d'extension et des collecteurs d'égouts vont passer près du site. Il est prévu que la station d'épuration municipale traitera environ 3 000-4 000 m³/jour. Après un traitement d'"aération extensive" de la "boue activée", l'effluent final de la station municipale sera utilisé pour l'irrigation.

L'usine de traitement de l'effluent de la tannerie devra répondre aux normes d'acceptation qui seront imposées par la direction du programme municipal. Il est supposé qu'un système de sédimentation physico-chimique primaire efficace devrait satisfaire les autorités.

C. Données de base

1. Capacité de production de la tannerie

La capacité de la tannerie n'est pas encore fixée à ce stade mais est estimée à 400 000-700 000 peaux de moutons/chèvres par an traitées en bleu humide. Environ 200 000 peaux seraient fraîches, le restant étant séché au soleil.

La tannerie fonctionnera 7 jours sur 7 (comme les abattoirs), soit 360 jours par an.

Supposons un maximum de 700 000 pièces par an = 1 944 peaux/jour mais supposons, pour plus de sûreté, un maximum de 2 500 peaux/jour, soit un poids après trempage d'environ 1,1 kg = 2 750 kg/j. Bien que le traitement prévu utilise moins de 35 l/kg d'eau, supposons 45 l/kg pour conserver une marge de sécurité.

Ainsi, le volume de l'effluent = 124 m³, disons 120 m³.

2. Caractéristiques de l'effluent

D'après le chapitre précédent, l'effluent non traité aurait les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques supposées

MS	mg/l	- 2 955
DBO ₅	mg/l	- 900
S=	mg/l	- 156
Cr+++	mg/l	- 100
Cl	mg/l	- 1 077

D. Programme de traitement primaire possible

Le programme proposé est représenté sur le fluxogramme figurant à la page suivante. Les détails et les spécifications des installations sont les suivants :

1. Filtrage

Pour un volume quotidien $V_{24} = 120 \text{ m}^3$, on peut escompter un débit horaire maximum $= \frac{4 \times V_{24}}{20} = \underline{\underline{24 \text{ m}^3/\text{h}}}$.

Un filtre à brosse (de type Parkwood) ou un filtre à brosse à tambour rotatif semblerait le plus approprié (de type Parkwood 0,8 x 1,0 m avec un moteur de 0,375 kW et un débit de pointe de 29 m³/h). Perforations 2-3 mm.

2. Bassin d'égalisation/d'homogénéisation/d'oxydation

Trois fonctions principales doivent être remplies :

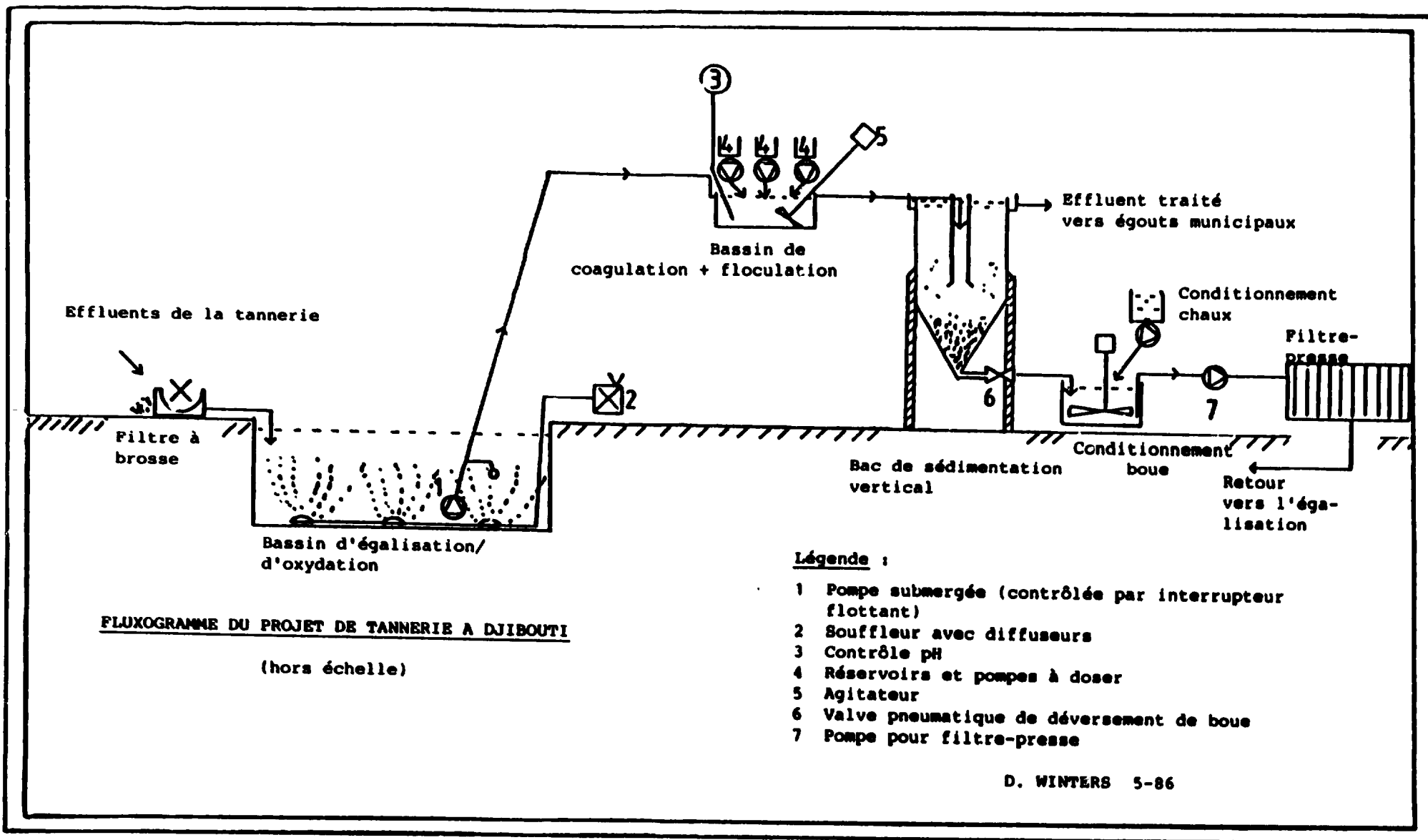
- Egalisation et neutralisation mutuelle des différentes solutions qui seront déversées durant la journée de travail;
- Un réservoir qui permettra le pompage en aval pendant le reste des opérations à un rythme régulier contrôlé, p.ex. un débit horaire régulier de $\frac{120}{24} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Remarque : L'obtention d'un débit régulier réparti sur 24 heures permet la construction d'une usine de taille optimale alors que sans ce contrôle du débit, l'usine devrait être plus grande pour faire face aux débits de pointe durant les heures de travail, qui peuvent aller jusqu'à 24 m³/h.

c) Le bassin d'égalisation doit assurer que les matières en suspension ne se déposent pas.

a) Volume du bassin

Celui-ci pourrait avoir une capacité utilisable de 100 m³ et une profondeur utilisable de 3 m (profondeur totale 3,3 m). Un bassin



rectangulaire de 8 x 4 m semble approprié (matériaux : béton, briques ou pierres enduites).

b) Souffleur/diffuseur

Pour agiter et obtenir une quantité suffisante d'oxygène pour l'oxydation catalytique, on considère généralement que 3 m³ d'air par m² de bassin/heure suffisent, soit 32 m² de bassin = 96 m³/h.

Ainsi, un souffleur d'une capacité de 1 - 200 m³/h sera nécessaire (pour compenser les pertes, etc.), soit 2-3 ch.

Diffuseurs non obturables espacés selon les spécifications du fabricant. (par exemple, 8 diffuseurs pouvant émettre chacun 12-15 m³/air/h).

c) Pompe

Une pompe submergée de type non obturable serait le mieux, d'une capacité de 10 m³/h à 0,8 bar (1 - 2 ch) (levée 5 - 6 m et pertes tuyaux).

Un débit en aval de 5 m³/h peut être atteint exactement en utilisant une dérivation contrôlable pour ramener les volumes excédentaires au bassin.

En tant qu'alternative, on pourrait utiliser également une pompe hélicoïdale (de type Monho). (3 ch, tuyaux de 63,5 mm à 500 tours/minutes diffusant environ 5 - 6 m³/h).

La pompe devrait être réglée par un interrupteur flottant à mercure afin d'assurer qu'il y a toujours au minimum un tiers de volume résiduel dans le bassin pour servir d'égalisateur pour les solutions qui y sont déversées.

d) Oxydation catalytique des sulfures

L'oxydation catalytique des sulfures mises au point par Bailey ^{3/} et qui a maintenant largement fait ses preuves peut être réalisée dans le bassin d'égalisation en utilisant 20 - 40 mg/l de Mn⁺⁺ (ex sulfate manganéux).

i) Calcul des besoins en air :

Supposons 2 000 peaux/jour = 2 200 kg avec utilisation de , p. ex., 2,5 % de sulfure de sodium = 55 kg de Na₂S (à 62 %) du commerce = 14 kg S⁼. Supposons l'utilisation de 50 % de sulfure et 50 % de résidu, ainsi 7 kg S⁼ devront être oxydés.

Durant la réaction allant de l'oxydation à l'état de thiosulfate, 1 kg S⁼ nécessite 0,75 kg O₂. Aussi, 7 kg S⁼ nécessiteront 5,25 kg O₂.

1 m³ d'air = 0,28 kg d'oxygène. Si l'efficacité de transfert du diffuseur = 10 %, 1 m³ d'air = 0,028 kg O₂. Pour obtenir les 5,25 kg d'O₂, il faudrait dès lors 188 m³/air.

Si l'on dispose de 120 m³ d'air/heure (6 diffuseurs à 20 m³/h),

^{3/} Bailey A.D. : Humphreys P.E. : "The Removal of Sulphide from Limeyard Wastes by Aeration". J. Soc. Leather Trade Chem. 1967, (51) 154.

l'opération complète nécessitera moins de 2 heures. Compte tenu du fait que les solutions de chaux ne seront pas déversées simultanément, les installations suggérées auront une capacité plus que suffisante.

Les quantités de catalyseur nécessaires pourront être établies par des tests sur le terrain lors de l'attribution du mandat. Le catalyseur pourra être dosé par une valve ajustée à la main ou par l'emploi de pompes à doser - Cf. ci-après.

L'oxydation ci-dessus devrait produire des effluents de 10 mg/l S.

3. Neutraliser/coaguler/floculer

Les ajustements et les additions de produits chimiques nécessaires demanderont un bassin à mixage à agitateur ayant une rétention de 10 - 20 minutes, soit 0,8 - 1,6 m³. Un tel bassin pourrait, à titre d'alternative, être incorporé dans l'unité de sédimentation.

a) Neutraliser

Pour une sédimentation subséquente efficace, on considère en général qu'un pH de 7 - 9 est satisfaisant. Cette fourchette de valeurs du pH pourrait être atteinte naturellement étant donné le procédé suggéré précédemment. Pour plus de sûreté, toutefois, un système de contrôle du pH pourrait être installé, qui ferait retentir une sonnette d'alarme si le pH se situe en dehors de cette fourchette ou qui activerait la pompe à doser nécessaire. Etant donné que, lors d'une production régulière, le pH devrait se situer soit dans la fourchette de valeurs citée ci-dessus, soit être systématiquement acide ou basique, un seul réactif s'avérera nécessaire à aucun moment.

Au pH cité ci-dessus, tout le chrome sera précipité et sera présent dans la boue.

L'agent (acide ou basique selon les circonstances) nécessitera un réservoir à agitateur d'au moins 1 m³ et une pompe à doser ajustable capable de déverser 0 - 30 l/h.

b) Coaguler/floculer

Pour atteindre une sédimentation efficace, il sera nécessaire de contrôler les quantités de coagulants et de floculants fournies. Alors que, d'une manière générale, le dosage exact est fixé par des tests, un dosage type pourrait être de :

400 mg/l - sulfate d'aluminium
1 mg/l - polyélectrolyte

Ces substances sont introduites dans le bassin à mixage en provenance de leurs réservoirs par le biais des pompes à doser ajustables (0 - 30 l/h).

Remarque : Les pompes à doser ci-dessus devront être interconnectées avec la pompe de "débit en aval" pour assurer que les produits chimiques ne sont ajoutés que lorsque l'effluent est en cours de pompage.

4. Bassin de sédimentation

Un simple bassin vertical de sédimentation de type standard devrait se révéler suffisant. Avec une remontée de 1,0 m/h (soit une section transversale $m^2 = m^3$ débit/h), le diamètre du bassin devrait être de 2,5 m (section cylindrique de 3 m de haut = 1,5 h de retenue. Cône de base avec angles de 60°).

Pour un dosage comme celui indiqué au paragraphe 3 b) ci-dessus, on peut s'attendre à une extraction de > 95 % des MS et d'environ 60 % de la DBO₅. Ainsi, le surnageant qui sera déversé dans le réseau d'assainissement municipal aurait les paramètres suivants :

MS	mg/l	< 150
DBO ₅	mg/l	360
S ⁼	mg/l	< 10
Cr ⁺⁺⁺	mg/l	traces
Cl	mg/l	1 077

5. Boue

La boue qui, selon l'efficacité du dosage, représentera de 10 - 15 % du volume de l'effluent total, aura une teneur en solides de 2,5 - 3 % seulement. A ce stade, elle est volumineuse et difficile à manier. Le déversement de la boue pourra être effectué à l'aide d'une pompe ou d'une valve pneumatique avec pendule de contrôle (p. ex. opérant X secondes toutes les Y minutes, en fonction des résultats des tests).

a) Conditionnement

Afin de permettre l'étape du filtrage qui suit, il sera nécessaire de conditionner, à savoir d'ajouter quelque 4 kg de chaux par m³, ce qui sera effectué dans un bassin de 2 m³, auquel sera connectée une pompe réglable, fournissant l'eau de chaux à 10 % à partir d'un réservoir.

b) Filtre-presse

Le volume de boue représentant, p. ex., 12 % du volume de l'effluent devant s'élever à 15 m³/jour, qui pour environ 2,5 % de solides = 375 kg de solides/jour. (On estime en outre qu'un processus complet de tannage produit de 0,1 - 0,15 kg de matières solides par kg de peaux fraîches traitées, soit 2 750 kg de peaux/jour produiraient de 275 - 412 kg de solides).

Si l'on compte 3 cycles chaque jour dans le filtre-presse et supposant un tourteau de boue de 30 % de solides, d'un poids spécifique de 1,2 kg/l, on peut calculer qu'un filtre-presse ayant une dimension de plaque de 0,63 x 0,63, 60 plaques produiraient 1 080 m³/jour = 1 290 kg = 389 kg de solides.

6. Résumé

Ainsi, on peut escompter que le traitement prévu produira un effluent traité ayant une teneur en MS < 150 et en DBO₅ d'environ 360 mg/l et ne contenant pas de quantité significative d'autres polluants, dont le déversement pourrait dès lors être considéré comme acceptable pour la station d'épuration municipale, où il serait soumis à un traitement biologique.

Les polluants extraits sont alors concentrés facilement en un tourteau de 1,1 m³, qui peut être transporté chaque jour dans un site approprié pour y être entreposé.

E. Traitement biologique ?

Le consultant estime qu'un tel traitement serait inutile sur le site de la tannerie et constituerait une duplication non rentable des installations qui vont être intégrées dans le système municipal. Compte tenu du faible volume en question, il serait également coûteux à opérer étant donné qu'il devra être fait appel à un spécialiste pour superviser le processus.

Les données relatives au système biologique sont fournies pour le cas improbable où les autorités locales insisteraient sur la nécessité d'un tel système :

1. Concept

La méthode d'aération extensive de la boue activée semblerait la plus appropriée, avec une durée de rétention de 36 heures.

2. Charge biologique

Avec 120 m³ d'effluent contenant 350 mg/l de DBO, on peut escompter une charge quotidienne de 42 kg de DBO.

Aussi, un bassin de 180 m³ (bassin rectangulaire de 4 m de profondeur x 5 m x 9 m) aurait une charge quotidienne de 0,23 kg de DBO₅/m³, ce qui est largement dans les limites normales d'opération.

Les besoins en oxygène de 1 kg O₂/kg de DBO ne nécessiteraient qu'environ 42 kg O₂. Toutefois, pour maintenir le bassin en agitation et les matières en suspension il faudrait environ 3 m³/air/bassin m²/h = 3 x 45 = 135 m³/air/h.

135 m³/h d'air = 37,8 kg/O₂/h si les diffuseurs sont efficaces à 10 % = 3,78 kg/O₂/h = 90,7 kg/O₂/jour. Un excédent significatif d'oxygène serait ainsi disponible.

L'équipement nécessaire se composerait comme suit :

Bassin - 180 m³ (rectangulaire de 4 m de profondeur x 5 m x 9 m)

Diffuseurs - Pour fournir plus de 135 m³/air/h

Souffleurs - Pour fournir plus de 135 m³/air/h

Pompe de recyclage de la boue - 6-8 m³/h

Sédimenteur secondaire - de la même dimension que le bassin primaire.

Tous les ajustements de pH et additions de neutralisant nécessaires peuvent s'effectuer à la main.

Remarque : On peut s'attendre qu'un traitement biologique secondaire produira des réductions de la DBO de 75 % - 90 %. Alors que l'on prévoyait à partir du traitement primaire une DBO₅ de 360 mg/l - celle-ci serait réduite à seulement 36 - 90 mg/l DBO₅.

F. Lutte contre la pollution de l'air

Il y a toujours un risque de propagation d'émanation/odeurs d'hydrogène sulfuré à partir du bassin d'égalisation avant que l'opération d'oxydation catalytique ne soit achevée.

Deux méthodes permettent d'y remédier :

1. On peut ajouter de l'alcali (en général, de la chaux) au bassin d'égalisation pour augmenter le pH et réduire ainsi le risque d'émanation de gaz (ce qui a pour inconvénient qu'il peut se révéler nécessaire d'ajouter de l'acide à un stade ultérieur pour obtenir des conditions de sédimentation satisfaisantes).

2. A titre d'alternative, on peut prévoir de "lessiver" de tels gaz une fois produits, ce qui impliquerait que l'on couvre le bassin d'égalisation (on pourrait p. ex. installer d'autres pièces d'équipement au-dessus du bassin et ainsi économiser de la place). Une cheminée d'épuration du gaz de 0,5 m de diamètre et de 4 m de hauteur pourrait ainsi être installée au-dessus du bassin d'égalisation. Un tel bassin fonctionnerait en aspirant l'air et les gaz éventuels au travers de la cheminée à l'intérieur de laquelle des anneaux à crible en plastique lessivés par une solution de soude caustique absorberaient efficacement tout H₂S présent.

Spécifications : Unité complète :

Cheminée Ø 0,5 m x 4 m hauteur

Anneaux à crible en plastique entassés

Réservoir pour la soude caustique

Pompe de recyclage pour soude caustique

Ventilateur 200 m³/h d'air

IV. COÛTS POSSIBLES DU PROJET

Dans leur étude, Skanska/Teknokonsult ont attribué \$ US 210 000 pour le système de traitement de l'effluent, y compris pour la conception et les dépenses imprévues. (traitement primaire seulement). Le consultant a évalué le coût de son programme à \$ US 130 000 toutefois cela impliquerait de s'adresser aux fournisseurs les plus compétitifs pour les différentes unités et nécessiterait que les opérateurs du projet installent et fassent fonctionner eux-mêmes les installations.

Il serait peut être mieux pour la tannerie de demander à des entreprises spécialisées de dessiner, installer et exploiter l'usine de traitement. Bien que cette solution risque d'être plus chère, elle aurait le mérite de garantir une opération efficace des installations et permettrait aux opérateurs de la tannerie de se concentrer sur la production du cuir, domaine dans lequel ils sont spécialisés.

Le consultant a demandé à trois sociétés européennes de faire des offres de prix :

Messrs. Davenport Engineering Co. Ltd
Effluent Treatment Division
Harris Street,
Bradford, West Yorkshire
Royaume-Uni

Messrs. Idronova S.R.L
Via Valleri
10080 Salassa (To)
Italie

Messrs. Italprogetti
Via Risorgimento
13 - 56024 Ponte a Egola (Pi)
Italie

A ce jour, seule la société Italprogetti qui a une grande expérience dans ce domaine a fait parvenir son offre, qui est résumée à la page suivante. Dès la réception des offres des deux autres sociétés, celles-ci seront transmises aux personnes concernées.

Equipement fourni par Italprogetti	Millions Lit	* \$US	\$US	Equipement qui sera produit localement	\$US
<u>TRAITEMENT PRIMAIRE</u>					
1 Filtre à brosse 20 m ³ /h					
1 Souffleur 100 m ³ /h					
6 Diffuseurs non obturables					
1 Pompe submergée 15 m ³ /h					
1 Bassin de sédimen- tation + bassin de floculation					
1 Valve pneumatique pour la boue					
3 Bassins à agitation en fibre de verre de 1 m ³					
3 Pompes à doser	66	41 562			
1 Bassin d'égalisation				20 000	
1 Bassin de condi- tionnement à agitation de 2 m ³					
1 Pompe à lait de chaux					
1 Pompe à filtre-presse de 2 m ³ /h à 10 bar					
1 Filtre-presse de 60 plaques 0,63 x 0,63 m	59	37 154			
1 Jeu de commandes électriques	15	9 446			
1 Jeu de tuyaux, valves, etc.	18	11 335			
Pièces d'assemblage hydrauliques + électriques	20	12 595	112 092		
Frais de transport estimés à 15 %			16 814		
			128 906	20 000	
TOTAL SYSTEME PRIMAIRE INSTALLE					\$US 148 906
Assistance technique de "lancement"	30	18 892			\$US 18 892
<u>TOTAL COUTS D'OPERATION</u>					\$US 167 798

* Taux de change : 1 \$US = 1 588 Lit.

Equipement optionnel

Unité complète de désodorisation (Cheminée de 0,5 m Ø, remplie d'anneaux de plastique avec ventilateur 200 m ³ /h et pompe de recyclage pour solution de lessivage	Lit 8 000 000	\$US 5 038
Frais de transport estimés à 20 %		<u>1 008</u>
<u>TOTAL coût matériel livré - unité de désodorisation</u>		<u>\$US 6 046</u>

TRAITEMENT SECONDAIRE

Scuffleur d'air 100 m ³ /h 6 diffuseurs		
Pompe centrifuge	Lit 12 000 000	\$US 7 557
Frais de transport estimés		\$US 1 134
Bassin construit localement		<u>\$US 20 000</u>
		\$US 28 691
Unité de sédimentation secondaire*		<u>5 000</u>
<u>TOTAL coût matériel livré - Traitement secondaire</u>		<u>\$US 33 691</u>

* L'offre ne semble pas comprendre cet équipement. Il s'agit ici d'une estimation.

V. CODE DE CONDUITE

Pour opérer une tannerie entraînant un dommage minimal pour l'environnement, il serait nécessaire que la tannerie s'engage à suivre un "code de conduite". Les points suivants sont suggérés en tant qu'éléments majeurs d'un tel code :

- A. La tannerie se chargera d'installer une usine de traitement selon les normes convenues par les autorités djiboutiennes compétentes.
- B. La tannerie se chargera d'opérer une telle usine de traitement en conformité avec les instructions d'opération qui auront été données par les spécialistes ayant procédé à son installation ou d'autres consultants compétents.
- C. La tannerie ne fera pas fonctionner ses installations de production de cuir quand l'usine de traitement de l'effluent ne peut pas fonctionner à la suite d'une panne de l'usine ou de la non-disponibilité des produits chimiques nécessaires.
- D. La tannerie fera face à son engagement de réduire au minimum les dommages à l'environnement et, en particulier, s'engage à :
 - i) Laver QUOTIDIENNEMENT tous les locaux, conduites et équipements de travail;
 - ii) Collecter QUOTIDIENNEMENT tous les déchets solides frais p. ex. rognures, chairs, balayures, résidus de filtrage et tourteaux de poils et de filtre, etc;
 - iii) Evacuer QUOTIDIENNEMENT tous ces déchets solides vers un site d'entreposage et, selon les besoins, les enterrer ou s'assurer de toute autre manière de l'élimination effective de tels matériaux.
- E. La tannerie s'engage à entreprendre toutes les mesures visant à réduire au minimum la pollution de l'air, en particulier à :
 - i) Assurer qu'aucune matière putrescible ou dégager une odeur nauséabonde ne soit entreposée sur le site de la tannerie;
 - ii) Prendre toutes les mesures nécessaires pour réduire au minimum les émanations d'hydrogène sulfuré.