



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

20567

Distr. LIMITEE

ISED.2(SPEC.)
11 février 1994

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

Original : FRANCAIS

SELECTION D'EQUIPEMENTS POUR DES LABORATOIRES
DE CONTROLE DE LA POLLUTION DANS L'INDUSTRIE DU TANNAGE

UC/INT/93/054

INTERREGIONAL

Rapport technique : manuel de contrôle des effluents
de tannerie et de mégisserie*

Etabli pour les pays membres par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

D'après l'étude de M. Michel Aloy
Consultant ONUDI

Fonctionnaire chargé de l'appui : M. Jakov Buljan
Service des agro-industries

* Document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	5
Schéma général de fabrication du cuir.....	5
- opérations de l'atelier de rivière.....	5
- opérations de tannage.....	5
- opérations de l'atelier de corroyage.....	6
- opérations de finissage.....	6
Principaux produits chimiques utilisés.....	8
Flux de pollution obtenus dans les eaux résiduaires...	9
- bovin pour dessus de chaussure.....	9
- bovin avec technologies propres.....	9
- cuir végétal en foulon.....	9
- mouton nappa pour vêtement.....	10
- mouton lainé pour fourrure.....	10
Législation sur les rejets de pollution.....	11
- rejet dans le milieu naturel.....	11
- rejet en collecteur.....	11
- valeurs de rejet aux USA.....	12
Méthodes d'analyse des eaux résiduaires.....	13
- prélèvement.....	13
- mesure du pH.....	13
- mesure de la décantabilité des effluents.....	14
- mesure de la demande chimique en oxygène.....	14
- dosage du chrome.....	14
- matières en suspension.....	16
- matières totales.....	17
- dosage du sulfure de sodium.....	17
- oxygène dissous.....	18
- indice de Mohlman.....	18
- dosage de l'azote total Kjeldahl.....	19
- demande biochimique en oxygène.....	20
- dosage du calcium.....	21
- dosage des chlorures.....	22
- dosage des phénols.....	22
- dosage des sulfates.....	23
- dosage de l'aluminium.....	24
- dosage du fer.....	25
- dosage du phosphore et de ses composés.....	25
- analyse de la couleur.....	27
- mesure de la toxicité.....	27
Détermination de quatre tailles de laboratoire.....	28
Nombre d'analyses mises en oeuvre à chaque niveau.....	29
Laboratoire de niveau 1 - Matériel.....	30
Laboratoire de niveau 1 - Produits chimiques.....	30
Laboratoire de niveau 2 - Matériel.....	31
Laboratoire de niveau 2 - Produits chimiques.....	32
Laboratoire de niveau 3 - Matériel.....	32
Laboratoire de niveau 3 - Produits chimiques.....	34
Laboratoire de niveau 4 - Matériel.....	35
Laboratoire de niveau 4 - Produits chimiques.....	36
Évaluation des matériels et produits chimiques.....	38
Évaluation des besoins en personnel.....	38
Annexe 1 Spécifications des matériels.....	39
Annexe 2 Liste de fournisseurs.....	48
Annexe 3 Schéma d'implantation type d'un laboratoire..	51
Annexe 4 Schémas de stations d'épuration.....	52
Glossaire.....	55

1 - INTRODUCTION

La transformation d'une peau animale en cuir s'effectue au cours d'une succession d'étapes nombreuses et complexes, mettant en oeuvre à la fois des produits chimiques, des matériels et des équipements plus ou moins sophistiqués. Cette transformation permet d'éliminer ainsi de la peau des constituants incompatibles avec une bonne qualité de cuir. Ces résidus variés, d'origine organique et minérale, sont obtenus, soit sous forme solide ou pâteuse, soit sous forme liquide, c'est-à-dire en suspension ou en solution. La pollution engendrée par ce processus de transformation est donc importante et il est aujourd'hui impératif de la traiter par différents moyens techniques, adaptés à la quantité et à la qualité des rejets. (cf schémas de traitement en annexe 4)

Le but de ce manuel est de donner la possibilité aux tanneries et aux groupements de tanneries de mieux évaluer et donc de mieux traiter la pollution issue des différentes phases de fabrication du cuir. Dans ce but, la mise en place d'un laboratoire de contrôle des rejets liquides, adapté à la taille de l'entreprise, conduira à évaluer correctement la pollution des différents bains et effluents de fabrication du cuir. Les personnes intéressées trouveront dans ce manuel les informations indispensables à la mise en place d'un laboratoire adapté à leur entreprise.

2 - SCHEMA GENERAL DE FABRICATION DU CUIR

2-1 Opérations de l'atelier de rivière

La première étape de fabrication consiste à réhydrater et à laver la peau, afin de lui redonner les caractéristiques de la peau fraîche. Dans ce but des produits mouillants et des antiseptiques sont ajoutés à l'eau utilisée pour l'opération de lavage, et on retrouve donc dans le bain résiduaire des matières organiques (sang et crotte), ainsi que des produits chimiques minéraux (chlorure de sodium) et organiques.

L'étape suivante, c'est-à-dire l'épilage-pelange, vise à éliminer chimiquement le poil ou la laine et l'épiderme de la peau, et à dégrader certaines fibres élastiques afin d'améliorer la souplesse du cuir. Cette opération, particulièrement polluante, représente plus de 50 % de la charge organique de l'effluent de l'usine. Elle fait appel à des produits hautement toxiques comme le sulfure ou le sulfhydrate de sodium en mélange avec de la chaux. De la soude, du carbonate de soude, des préparations enzymatiques ou des mercaptans (sulfures organiques) peuvent également être mis en oeuvre.

2-2 Opérations de tannage

Après l'opération mécanique d'écharnage, a lieu un nouveau traitement en bain, le déchaulage, pour neutraliser les produits alcalins. Le déchaulage est souvent combiné à l'utilisation de confits enzymatiques chargés d'hydrolyser certaines fibres élastiques de la peau. Chlorure et sulfate d'ammonium, ainsi que des acides faibles organiques sont principalement utilisés à ce stade.

Le picklage permet ensuite d'acidifier la peau pour la préparer au tannage. Des acides minéraux (sulfurique, chlorhydrique) ou organiques (formique, acétique) sont utilisés dans un bain contenant 100 g/l de chlorure de sodium.

La phase de dégraissage est réservée généralement aux peaux de moutons et de porcs. Elle utilise des solvants organiques (white spirit, kérosène, monochlorobenzène et perchloréthylène) que l'on récupère le plus soigneusement possible en fin d'opération. Elle fait aussi appel à des produits mouillants dont la toxicité varie en fonction de leur composition. Dans ce cas, des graisses émulsionnées se retrouvent dans les bains résiduaire. Le dégraissage des peaux de porcs met surtout en oeuvre du carbonate de sodium.

Le tannage consiste à stabiliser la peau au moyen de réactifs minéraux ou organiques qui bloquent les sites hydrophiles du collagène, constituant principal de la peau. Aujourd'hui plus de 85 % des cuirs dans le monde sont tannés avec des sels d'oxyde de chrome trivalent, près de 10 % à l'aide d'extraits végétaux d'arbre ou d'écorce, et le reste utilisant des produits minéraux (aluminium, zirconium,..) ou organiques (phénols sulfonés, résines acryliques, dialdéhydes et huiles oxydées). En complément du sulfate basique de chrome utilisé en tannage, on peut retrouver dans les bains résiduaire des agents de masquage (formiate, phtalate, oxalate de sodium ou sels d'acides dicarboxyliques), des agents de basification (soude, carbonate et bicarbonate de sodium, ou oxyde de magnésium) et des antiseptiques de toxicité très variable.

Lorsque le tannage est réalisé à l'aide d'extraits végétaux, les bains de pickage sont moins forts et les jus résiduaire de tannage beaucoup plus colorés. Aujourd'hui les techniques de tannage végétal deviennent performantes en temps et en qualité, et différents méthodes existent pour minimiser la pollution associée à cette opération.

2-3 Opérations de l'atelier de corroyage

Les premières opérations, réalisées après le tannage, sont des opérations mécaniques, telles l'essorage, le refendage, le dérayage et le débordage (élimination manuelle des déchets). Puis un nouveau cycle de traitement humide a lieu, comprenant différentes opérations destinées à donner au cuir ses caractéristiques définitives. Les principaux produits chimiques utilisés sont les suivants :

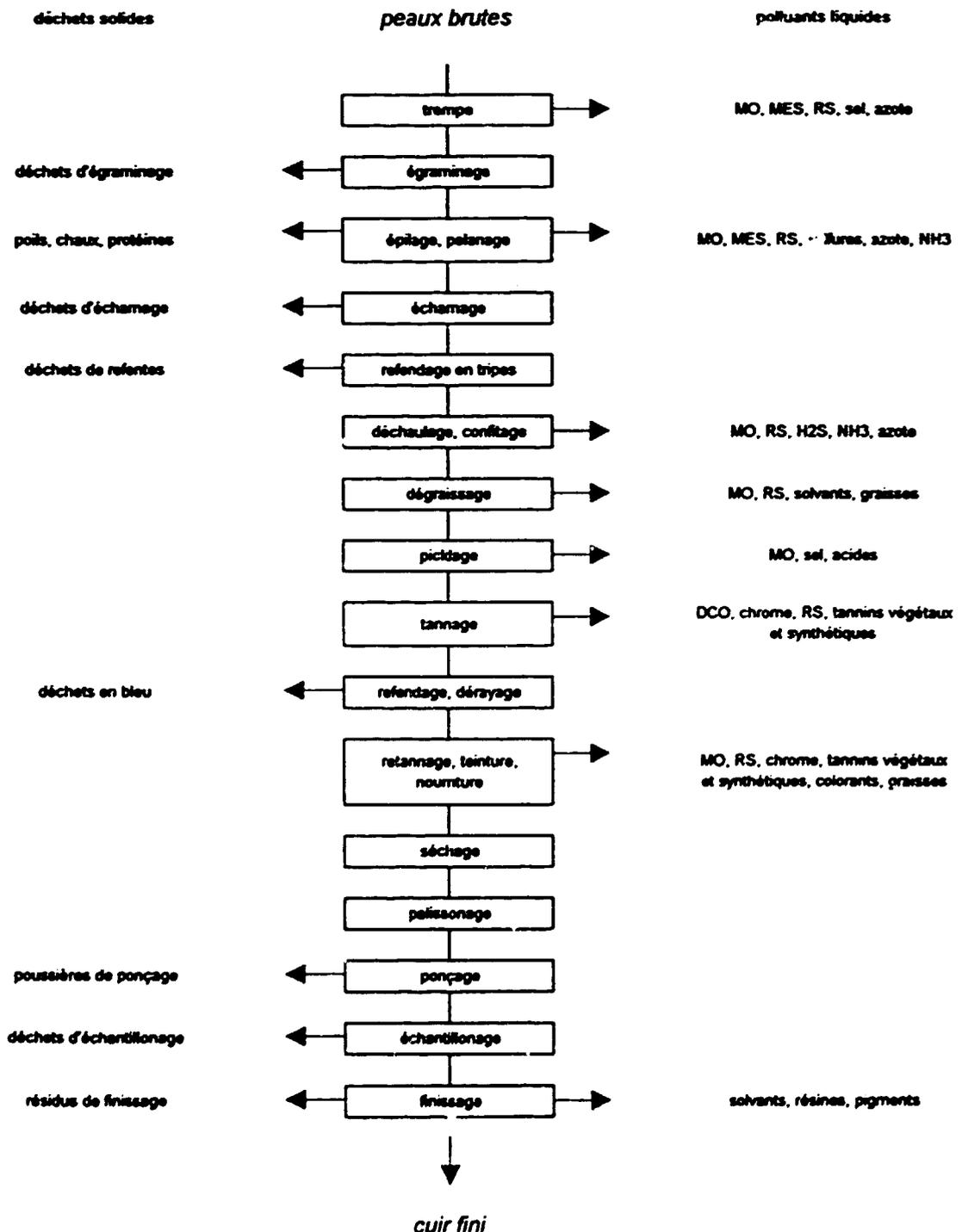
- neutralisation avec du bicarbonate, du sulfite, de l'acétate ou du formiate de sodium,
- retannage avec des tannins végétaux, synthétiques ou minéraux, de mêmes caractéristiques que ceux employés en tannage,
- teinture avec des colorants acides, directs, basiques ou métallifères et avec des produits de fixation (acide formique, ammoniac),
- nourriture avec des émulsions d'huiles sulfonées animales, végétales, minérales ou synthétiques.

2-3 Opérations de finissage

Après essorage, séchage et diverses opérations mécaniques, les peaux reçoivent une application de produits chimiques en surface destinée à protéger et embellir le cuir. Ces produits sont constitués par des résines en phase aqueuse (caséine, résines acryliques ou polyuréthanes) ou en phase solvant (laques nitrocellulose ou uréthane) dans lesquelles sont dispersés des pigments ou des colorants.

Ces produits sont appliqués au pistolet, à la machine à cylindre mille-points, à la machine à rideau, ou éventuellement à la brosse. Les rejets à l'égout restent faibles à ce stade de fabrication et correspondent au circuit de lavage des cabines de pistoletage et à l'atelier de préparation des mélanges utilisés.

L'ensemble des différentes opérations de fabrication peut être représenté selon le schéma général suivant :



3 - PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES UTILISES

Les quantités de produits chimiques utilisées à chaque stade, par tonne de peau salée humide peuvent être regroupées dans le tableau suivant :

Atelier concerné	Produit chimique	Quantité maximum par tonne de peau	
Conservation	Chlorure de sodium	30,0 %	300 kg
	Antiseptiques	0,3 %	3 kg
Rivière	Mouillants	0,3 %	3 kg
	Antiseptiques	0,2 %	2 kg
	Sulfure de sodium	4,0 %	40 kg
	Sulfhydrate de sodium	2,0 %	20 kg
	Chaux éteinte	5,0 %	50 kg
	Soude caustique	2,0 %	20 kg
	Carbonate de sodium	3,0 %	30 kg
	Produit enzymatique	1,5 %	15 kg
	Mercaptans	4,0 %	40 kg
	Chlorure d'ammonium	2,0 %	20 kg
	Sulfate d'ammonium	2,0 %	20 kg
	Acides organiques	2,0 %	20 kg
Tannage	Chlorure de sodium	10,0 %	100 kg
	Acide sulfurique	3,0 %	30 kg
	Acide formique	2,0 %	20 kg
	Solvant organique	16,0 %	160 kg
	Mouillant	4,0 %	40 kg
	Carbonate de sodium	2,0 %	20 kg
	Sels de chrome	10,0 %	100 kg
	Bicarbonate de sodium	1,0 %	10 kg
	Tannins végétaux	30,0 %	300 kg
	Glutaraldéhyde	2,0 %	20 kg
Corroyage	Agents de neutralisation	2,0 %	20 kg
	Agents de retannage	4,0 %	40 kg
	Colorants	4,0 %	40 kg
	Huiles de nourriture	12,0 %	120 kg
Finissage	Agents de finissage	4,0 %	40 kg

Pour une bonne corrélation en fonction des peaux traitées, il convient de prendre comme référence de poids, à l'état humide, les valeurs suivantes :

peau d'agneau : 1,5 kg par peau
peau de mouton : 3 kg par peau
peau de chevreau : 1 kg par peau
peau de chèvre : 2 kg par peau
peau de porc : 3 à 6 kg par peau
peau de veau : 12 à 16 kg par peau
peau de bovin : de 20 à 45 kg par peau
cuir de bovin dérayé : de 9 à 20 kg par peau

4 - FLUX DE POLLUTION OBTENUS DANS LES EAUX RESIDUAIRES

Les différentes sections de la fabrication du cuir engendrent des flux de pollution plus ou moins importants que l'on peut regrouper en fonction des procédés de fabrication et des types de peau traitées. Les valeurs indiquées dans ces tableaux sont des valeurs moyennes.

4-1 Fabrication classique de cuir de bovin pour dessus de chaussure (valeurs obtenues par tonne de peau)

Paramètre	Rivière	Tannage	Corroyage Finissage	Total
Eau m ³	22	5	8	35
	kg/t mg/l	kg/t mg/l	kg/t mg/l	kg/t mg/l
DCO	150 6820	10 2000	60 7500	220 6290
DBO5	60 2730	4 800	16 2000	80 2290
MES	100 4550	10 2000	30 3750	140 4000
NaCl	250 11400	80 16000	-	330 9430
S--	6 270	-	-	6 170
Cr3+	-	3 600	1 125	4 110
N total	7 320	4 800	1 125	12 340
P total kg	-	-	0,1 13	0,1 3

4-2 Fabrication de cuir de bovin pour dessus de chaussure avec des technologies propres (recyclage des pelains, épuisement du chrome, déchaulage au CO₂) (valeurs obtenues par tonne de peau)

Paramètre	Rivière	Tannage	Corroyage Finissage	Total
Eau m ³	18	4	8	30
	kg/t mg/l	kg/t mg/l	kg/t mg/l	kg/t mg/l
DCO	110 6110	10 2500	60 7500	180 6000
DBO5	45 2500	4 1000	16 2000	65 2170
MES	70 3890	10 2500	30 3750	110 3670
NaCl	250 13900	80 20000	-	330 11000
S--	2 110	-	-	2 70
Cr3+	-	1 250	1 125	2 70
N total	5 280	1 250	1 125	7 230
P total kg	-	-	0,1 13	0,1 3

4-3 Fabrication de cuir végétal pour semelles avec un procédé en foulon à sec. (valeurs obtenues par tonne de peau)

Paramètre	Rivière	Tannage	Corroyage Finissage	Total
Eau m ³	22	3	5	30
	kg/t mg/l	kg/t mg/l	kg/t mg/l	kg/t mg/l
DCO	150 6820	70 23300	40 8000	260 8670
DBO5	60 2730	15 5000	10 2000	85 2830
MES	100 4550	30 10000	20 4000	150 5000
NaCl	250 11400	-	-	250 8330
S--	6 270	-	-	6 200
Cr3+	-	-	-	-
N total	7 320	4 1330	0,5 100	11,5 380
P total kg	-	0,4 130	0,1 20	0,5 17

4-4 Fabrication classique de mouton nappa pour vêtement avec dégraissage par émulseur (valeurs obtenues en grammes par peau)

Paramètre	Rivière		Tannage		Corroyage Finissage		Total	
	g/p	mg/l	g/p	mg/l	g/p	mg/l	g/p	mg/l
Eau litre	150		30		40		220	
DCO	280	1870	180	6000	80	2000	540	2450
DBO5	100	670	50	1670	25	625	175	800
MES	260	1730	30	1000	10	250	300	1360
NaCl	500	3330	120	4000	-		620	2820
S--	7	50	-		-		7	30
Cr3+	-		9	300	1	25	10	45
N total	22	150	8	270	2	50	32	150
P total	1,5	10	0,5	17	0,5	13	2,5	11

4-5 Fabrication de mouton lainés pour fourrure avec dégraissage en machine. (valeurs obtenues en grammes par peau)

Paramètre	Rivière		Tannage		Corroyage Finissage		Total	
	g/p	mg/l	g/p	mg/l	g/p	mg/l	g/p	mg/l
Eau litre	250		80		170		500	
DCO	290	1160	210	2650	250	1470	750	1500
DBO5	100	400	70	875	50	290	220	440
MES	210	840	30	375	10	60	250	500
NaCl	500	2000	150	1880	-		650	1300
Cr3+	-		15	190	5	30	20	40
N total	14	60	4	50	2	12	20	40
P total	5	20	0,5	6	0,5	3	6	12

5 - LEGISLATION SUR LES REJETS DE POLLUTION

La législation sur les rejets d'eaux résiduaires devient de plus en plus stricte. Il est possible de comparer les règles dans différents pays, et les tableaux ci-dessous précisent les limites réglementaires de rejet dans le milieu naturel (rivière, lac, océan), ou dans un collecteur au bout duquel se trouve une installation collective d'épuration.

5-1 Rejet dans le milieu naturel (valeurs en mg/l sauf pH)

Pays	France	Inde (rivière)	Inde (océan)	Brésil
pH	6,5-8,5(9,5)	5,5-9	5,5-9	6-8,5
DCO	125	250	250	450-160*
DBO5	30	30	100	200-40*
MES	35	100	100	200-50*
Azote N	30(global)	100(Kj1)	100(Kj1)	10
Phosphore P	10	5	-	1
Chlorure Cl	-	1000	-	-
Sulfures S	-	2	5	0,2
Sulfates SO4	-	1000	1000	-
Chrome Cr3	1,5	2	2	0,5
Chrome Cr6	0,1	0,1	1	0,1
Aluminium Al	5	-	-	10
Phénol	0,1	1	5	0,1
Sels dissous	-	2100	-	-
Huile Graisse	-	10	20	30
Hydrocarbures	10	-	-	-
AOX	5	-	-	-

* En fonction du débit

5-2 Rejet en collecteur (valeurs en mg/l sauf pH)

Pays	France	Inde	Argentine	Tunisie
pH	6,5-8,5(9,5)	5,5-9	5,5-10	6,5-9
DCO	2000	-	-	1000-2000
DBO5	800	350	200	400-1000
MES	600	600	-	400
Azote N	150(global)	-(Kj1)	-(Kj1)	100(Kj1)
Phosphore P	50	-	-	-
Chlorure Cl	-	1000	-	700-2000
Sulfures S	2	-	1	3
Sulfates SO4	-	1000	-	400-600
Chrome Cr3	1,5	2	0,5	2-4
Chrome Cr6	0,1	2	-	-
Aluminium Al	5	-	5	10-20
Phénol	0,1	5	0,5	-
Sels dissous	-	2100	-	-
Huile Graisse	-	20	100	-
Hydrocarbures	10	-	-	10-20
AOX	5	-	-	-

NB Les valeurs Tunisiennes les plus élevées correspondent à des maximum à ne pas dépasser dans tous les cas de figure.

6 - METHODES D'ANALYSE DES EAUX RESIDUAIRES

Pour suivre et contrôler le bon fonctionnement d'une station d'épuration, il est absolument nécessaire de réaliser des analyses de l'eau à l'entrée et à la sortie des dispositifs de traitement. En effet le seul critère visuel ne suffit pas à déterminer l'efficacité des différents stades de traitement. Si les valeurs analytiques de sortie permettent de justifier aux autorités la qualité de l'effluent rejeté au milieu naturel, les valeurs obtenues à l'entrée de la station mesurent l'efficacité des technologies propres mises en place dans la tannerie et permettent de calculer les rendements d'épuration.

La plupart des méthodes d'analyse présentées dans ce document sont des méthodes issue de la 17^{ème} édition du livre des "Standard Methods" édité par la Water Environment Federation (WEF) aux USA. D'autres méthodes ont été adaptées pour l'analyse des effluents de tannerie par le CTC et sont décrites dans le manuel "Techniques d'analyse des eaux résiduaires industrielles" édité par le CTC.

6-1 Méthodes de prélèvement des échantillons

Il est indispensable d'obtenir des échantillons représentatifs de l'élément que l'on désire analyser. Les façons de prélèvement doivent être propres et rincés avec l'eau à examiner.

* Prélèvement instantané

C'est le mode de prélèvement le plus utilisé, qui permet de déterminer dans de bonnes conditions les paramètres analytiques d'un bain ne contenant pas de matières en suspension. Par contre, il n'apporte que peu d'informations lorsque le rejet prélevé est susceptible de varier en qualité et en quantité au cours du temps.

* Prélèvement composite

Lorsque l'on cherche une valeur moyenne sur 2 ou 24 heures, il est nécessaire de faire un prélèvement proportionnel au débit au moyen d'un appareil de prélèvement automatique. Il est souvent possible de connaître les variations des caractéristiques de l'effluent au cours de la journée, en analysant les différentes tranches horaires prélevées. Les échantillons doivent être conservés à 4°C pour éviter leur évolution, et malgré ces précautions, pour certains paramètres, une évolution des caractéristiques commence au bout de 24 heures de stockage. La rapidité de mise en route des analyses est donc un garant de leur exactitude.

6-2 Mesure du pH

Cette mesure indique si la solution est acide (pH compris entre 0 et 7) ou alcaline (pH compris entre 7 et 14). Il est possible dans certains cas d'utiliser des papiers indicateurs, mais cette mesure est peu précise et sujette à des risques d'interférence (lumière, matières en suspension, produits chlorés).

La méthode électrochimique est la plus employée et la plus précise. Elle consiste à plonger dans une solution à analyser, une électrode de verre et une électrode de référence (calomel). La différence de potentiel entre les deux électrodes est directement liée au pH de la solution.

Cette mesure nécessite un appareil de mesure, c'est à dire un pHmètre avec une électrode de verre et une électrode au calomel (KCl), des béchers en verre, un agitateur, des solutions étalon à pH 4, 7 et 10.

6-3 Mesure de la décantabilité des effluents

On contrôle le volume de matières décantables présentes dans une eau chargée en placant celle-ci dans une éprouvette graduée, de préférence de forme conique. Il est possible de suivre la vitesse de décantation de l'effluent en observant le volume de boues formé en fonction du temps. Les matières décantables sont celles qui se déposent pendant un temps conventionnellement fixé à deux heures.

Le matériel nécessaire à cette détermination se limite à un cône d'Himhoff ou une éprouvette à pied d'un litre.

6-4 Mesure de la demande chimique en oxygène DCO (Standard method 508 A)

La DCO est la quantité d'oxygène consommée par les matières minérales et organiques oxydables dans des conditions définies:

- présence d'un excès de bichromate de potassium
- milieu acide sulfurique concentré
- ébullition durant 2 heures
- catalyseurs : sulfate de mercure et sulfate d'argent

Le dosage de l'excès de bichromate est réalisé par une solution de sel de Mohr (sulfate de fer II et d'ammonium)

Cette mesure nécessite l'utilisation des matériels suivants :

- une balance de précision (1/10e de mg),
- des ballons de 500 ml à col rodé (6),
- des réfrigérants à eau ou à air (6),
- des pipettes de précision,
- une burette de précision de 25 ml,
- des chauffe-ballons électriques (6).

Ce dosage nécessite les différents réactifs chimiques suivants :

- Sulfate de mercure II HgSO_4 en poudre
- Sulfate d'argent Ag_2SO_4 en poudre
- Acide sulfurique concentré (à 20°: 1,83)
- Sel de Mohr $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- Bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- 1,1 O-phénanthroline
- Sulfate ferreux $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

6-5 Dosage du chrome

le chrome se présente sous deux degrés d'oxydation stables : l'un hexavalent, l'autre trivalent (en solution, le chrome trivalent est vert et le chrome hexavalent est orangé).

Les dosages permettent la détermination des teneurs en chrome hexavalent par colorimétrie ou par le sel de Mohr, et en chrome total après oxydation en chrome hexavalent. La teneur en chrome trivalent est calculée par différence. La limite de dosage est d'environ 25 mg/l.

L'oxydation en chrome hexavalent est obtenue, à ébullition, par un mélange d'acides sulfurique, perchlorique et nitrique. Le dosage est alors possible selon trois méthodes principales:

* Dosage colorimétrique avec la diphénylcarbazide en milieu légèrement acide qui donne une coloration rose-violette que l'on peut mesurer à 540 nm. (Standard method)

* Dosage par réduction du chrome VI en chrome III par le sel de Mohr ou sulfate double de fer et d'ammonium en présence de ferroïne. (Standard method pour la DCO)

* Dosage par iodométrie avec de l'iodure de potassium, et l'iode libérée est dosée par le thiosulfate de sodium.

Pour la mesure de faibles concentrations, il est nécessaire d'utiliser la spectrométrie d'absorption atomique qui permet de doser une concentration minimum de 50 µg/l de chrome. Compte tenu du coût de l'appareillage, cette méthode ne sera pas décrite et évaluée dans ce manuel.

Les équipements nécessaires pour les dosages usuels sont les suivants :

- pour la phase d'oxydation :
 - . un équipement de chauffage au gaz ou électrique,
 - . une balance de précision au 1/10e de mg,
 - . des pipettes de précision,
 - . des fioles jaugées de 250 ml (6),
 - . des erlens de 250 ml (6),
 - . des billes de verre.
- pour le dosage colorimétrique :
 - . 1 spectro-colorimètre,
 - . des fioles jaugées de 50 ml (6),
 - . des pipettes de précision,
 - . un porte-filtre avec des filtres papier.
- pour le dosage avec le sel de Mohr :
 - . une burette de précision de 25 ml,
 - . des pipettes de précision,
 - . des béchers de 250 ml (6).
- pour le dosage par iodométrie :
 - . une burette de précision de 25 ml,
 - . des erlens de 250 ml (6),
 - . des pipettes de précision.

Les réactifs chimiques nécessaires à la phase d'oxydation et au différents dosages sont les suivants :

- oxydation :
 - acide perchlorique HClO_4 , d 20°: 1,615
 - acide sulfurique H_2SO_4 , d 20°: 1,83
 - acide nitrique HNO_3 , d 20°: 1,33

- dosage spectro-colorimétrique :
 - diphénylcarbazine
 - anhydride phtalique
 - alcool éthylique à 95°
 - chromate de potassium K_2CrO_4 pour l'étalonnage du colorimètre

- dosage par le sel de Mohr :
 - acide sulfurique concentré (d 20°: 1,83)
 - sel de Mohr $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6 H_2O$
 - bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$
 - 1,1 0-phénanthroline
 - sulfate ferreux $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$

- dosage iodométrique :
 - acide phosphorique H_3PO_4 d 20°: 1,71
 - iodure de potassium KI
 - thiodène en poudre
 - thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3 \cdot 5 H_2O$
 - bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$

6-6 Matières en suspension(Standard method 209)

Deux méthodes sont essentiellement appliquées au laboratoire :

- la filtration sous vide sur filtre en fibre de verre,
- la centrifugation pour les échantillons très colmatants.

Après pesage, le filtre est placé sur une grille de filtration sous vide, et une quantité déterminée de liquide est filtrée. Le filtre est séché à 105 °C et pesé.

En cas de filtration difficile, l'échantillon est centrifugé, le surnageant est éliminé et le résidu mis à sécher à 105°C puis pesé.

Le matériel nécessaire à la mesure des MES par filtration est le suivant :

- une trompe à eau, ou une pompe à vide
- un appareil de filtration sous vide (fiolle de 1l, support et joint)
- des filtres en fibre de verre calibrés (100)
- des capsules en silice (10)
- une étuve à 100 - 105 °C
- une balance de précision au 1/10e de mg
- des pipettes de précision,
- un dessiccateur

Dans la mesure où l'on détermine en même temps les matières minérales présentes dans les MES, il convient de disposer d'un four :

- four à moufle permettant d'atteindre 600 à 650°C.

Pour la mesure des MES par centrifugation, il est nécessaire de disposer en plus d'une centrifugeuse :

- centrifugeuse capable d'une accélération moyenne de 3000 t/mn et munie de godets de 200 ml au minimum, et de 500 ml si possible.

6-7 Matières totales (résidu sec)(Standard method 209 C)

Il s'agit de déterminer par évaporation les matières sèches totales présentes dans un échantillon à analyser. A 100-105°C, seule l'eau et certains solvants organiques sont éliminés. A 600-650°C ne restent que les matières minérales, bien que ceratines soient en partie décomposées.

Les matériels nécessaires sont les suivants :

- des capsules en silice (10)
- une étuve à 100 - 105 °C
- une balance de précision au 1/10^e de mg
- de la verrerie de laboratoire (pipettes de précision, dessiccateur)

et éventuellement pour les matières minérales :

- four à moufle permettant d'atteindre 600 à 650°C.

6-8 Dosage du sulfure de sodium

Le sulfure de sodium est extrêmement toxique pour les organismes vivants à partir d'une dose de 4 mg/l. Deux méthodes de dosage sont possibles :

- une méthode électrochimique basée sur l'emploi d'une électrode spécifique très fiable, mais nécessitant l'emploi d'un appareillage particulier.
- un dosage volumétrique au ferricyanure de potassium.

* Méthode potentiométrique (Méthode CTC - Techniques Rodier)

Les sulfures sont transformés en sulfure d'argent par addition de nitrate d'argent. La variation de potentiel au point d'équivalence est enregistrée apr l'appareil, avec une limite de détection de 2 mg/l.

Les matériels nécessaires au dosage sont les suivants :

- une chaîne de dosage potentiométrique
- une électrode au calomel avec remplissage K_2SO_4
- une électrode spécifique sulfure
- des pipettes de précision
- une éprouvette de 50 ml
- des béchers de 250 ml
- un agitateur magnétique

Les réactifs chimiques utilisés pour ce dosage sont les suivants :

- nitrate d'argent $AgNO_3$
- ammoniacque NH_4OH , d 20°: 1,9
- chlorure d'ammonium NH_4Cl
- acide diamino 1-2 cyclôhexane tétraacétique CDTA

* Méthode volumétrique

Les sulfures sont dosés par le ferricyanure de potassium en présence d'un complexe ferreux d'ammonium diméthylglyoxime. Les sulfures sont oxydés en soufre, et les sulfites, qui peuvent interférer, sont précipités par le chlorure de baryum. La limite de détection de la méthode est de 8 mg/l.

Les matériels nécessaires au dosage sont les suivants :

- une burette de 25 ml
- un agitateur magnétique
- un bécher de 250 ml
- des pipettes de précision
- une balance de précision au 1/10e de mg

Les réactifs chimiques utilisés pour ce dosage sont les suivants :

- ferricyanure de potassium $K_3(Fe(CN)_6)$
- chlorure d'ammonium NH_4Cl
- ammoniacque NH_4OH , d 20° :0,9
- chlorure de baryum $BaCl_2$
- sulfate de fer II $FeSO_4$
- éthanol 95 %
- diméthyl glyoxime
- acide sulfurique H_2SO_4 d 20° :1,84

6-9 Oxygène dissous

La quantité d'oxygène dissous est liée à l'activité biologique se développant au sein de l'eau. L'activité respiratoire de la faune et de la flore en exige des quantités plus ou moins importantes dans les eaux. Certains paramètres physico-chimiques conditionnent également la teneur en oxygène dissous (température, pression atmosphérique, salinité...).

Il existe deux techniques de détermination :

- un dosage volumétrique basé sur les propriétés oxydantes de l'oxygène dissous : dosage de Winkler. (Standard method 421 A)
- une mesure électrochimique avec une électrode polarographique. (Standard method 421 F)

Compte tenu de la délicatesse de la méthode volumétrique, de ses interférences possibles et de la durée de la mesure, seule la méthode électrochimique sera prise en compte.

Le matériel nécessaire à la mesure est le suivant :

- un agitateur magnétique
- une sonde de mesure polarographique
- un thermomètre
- un analyseur d'oxygène gradué en ppm, mg/l, ou en % d'oxygène
- des facons de 100 ml (20)

6-10 Indice de Mohlman(Standard method 213 C)

L'indice de Mohlman est le volume en ml occupé par 1 g de solide en suspension après une décantation de 30 mn. Il permet de contrôler le fonctionnement d'un traitement biologique; il est directement lié au pouvoir de décantation de la boue biologique.

Le matériel nécessaire à cette détermination est le suivant :

- une étuve réglée à 105°C
- un cône d'Imhoff ou une éprouvette à pied de 1 litre
- des capsules en silice (5)
- une balance de précision au 1/10e de mg
- des pipettes de précision de 50 ml

6-11 Dosage de l'azote total Kjeldahl(Standard method 420 A)

L'azote total Kjeldahl correspond à la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique. Si l'on ajoute les formes oxydées de l'azote, nitrites et nitrates, on obtient l'azote global.

Par minéralisation en milieu acide, l'azote organique (protéine, peptides, acides aminés...) est transformé en azote ammoniacal sans qu'il y ait dégradation des composés oxydés de l'azote (nitrites, nitrates, hydrazine, oximes,...). Puis, par distillation en milieu basique, l'ammoniac est déplacé et dosé par acidimétrie. La limite de détection de la méthode est de l'ordre de 2 mg/l.

Les matériels nécessaires au dosage sont les suivants :

- un appareillage de distillation comprenant
 - .des ballons de distillation de 1000 ml,
 - .un réducteur de rodage,
 - .un adaptateur 3 rodages,
 - .une ampoule de coulée,
 - .un réfrigérant droit,
 - .une allonge courbe,
 - .un chauffage gaz (bec bunsen),
 - .des barres support,
 - .des pinces,

ou un appareil de distillation automatique.

- une rampe de minéralisation sous hotte (chauffage au gaz ou électrique),
- des erlens de 500 ml,
- une burette de dosage,
- un agitateur magnétique,
- de la graisse silicone.

Les réactifs chimiques utilisés pour ce dosage sont les suivants :

- acide sulfurique H_2SO_4 d 20°: 1,84
- sulfate de potassium K_2SO_4
- catalyseur au sélénium
- hydroxyde de sodium NaOH
- acide borique H_3BO_3
- rouge de méthyle
- vert de bromocrésol
- éthanol à 95 %

6-12 Demande Biochimique en Oxygène DBO₅ (Standard method 507)

La demande biochimique en oxygène en cinq jours ou DBO₅ est la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai (incubation pendant cinq jours à 20 °C et à l'obscurité) par certaines matières présentes dans l'eau, au cours de leur dégradation par voie biologique.

Malgré ses limites, la mesure de la DBO₅ reste la technique analytique simulant de façon la plus fidèle, la métabolisation des pollutions organiques dans les cours d'eau.

Cependant quatre phénomènes peuvent interférer sur la DBO₅.

- La présence de substances fortement réductrices constituant une demande en oxygène importante durant les dix premières heures (sulfures, sulfites,...)

- l'activité photochimique qui conduit à la production d'oxygène au sein même de l'échantillon et qui est inhibée par l'incubation des échantillons à l'obscurité.

- la présence de toxiques qui peuvent inhiber totalement ou pendant une période déterminée, les réactions biologiques.

- l'action des bactéries du cycle de l'azote (nitrification) qui peut modifier, dans de grandes proportions, l'équilibre en oxygène du milieu surtout en fin de mesure.

Le principe de la mesure consiste à préparer plusieurs dilutions de l'échantillon à l'aide d'une eau de dilution saturée en oxygène et apportant un ensemencement. La quantité d'oxygène dissous de chaque dilution est mesurée avant, puis après incubation de cinq jours à 20 °C à l'obscurité. La consommation d'oxygène doit être comprise entre 40 et 60 % de la teneur initiale de l'échantillon.

Il est également possible d'utiliser une méthode manométrique qui permet de suivre l'évolution de la consommation en oxygène tout au long de la période de cinq jours. La forme de la courbe de consommation en oxygène produite donne de bonnes indications sur la présence éventuelle de produits toxiques dans l'échantillon à analyser.

Le matériel nécessaire à la méthode manométrique est un respiromètre à plusieurs postes, sur lequel il est possible de lire, soit par un manomètre, soit par un enregistrement continu, la consommation de l'échantillon en oxygène. Ce matériel doit être calorifugé à 20°C ± 1 ou être placé dans une enceinte thermostatée à 20°C ± 1

Les matériels nécessaires au dosage par dilution de la demande biochimique en oxygène sont les suivants :

- une enceinte climatisée à 20°C ± 1
- des flacons d'incubation à bouchons rodés de 250 ml
- des pipettes de précision
- des fioles jaugées de 2000, 1000, 500, 250, 150, et 100 ml
- un équipement de mesure de l'oxygène dissous par sonde polarographique,
- un dispositif d'aération pour saturer l'eau de dilution.

Les réactifs nécessaires à la mesure de la DBO_5 sont les suivants :

- monohydrogénophosphate de sodium dihydraté $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ ou monohydrogénophosphate de sodium dodécahydraté $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$
- dihydrogénophosphate de potassium KH_2PO_4
- sulfate de magnésium $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
- chlorure de calcium $CaCl_2$
- chlorure ferrique $FeCl_3$
- chlorure d'ammonium NH_4Cl
- de la boue de station d'épuration biologique ou de l'eau d'égout pour l'ensemencement,
- acide sulfurique H_2SO_4 d 20° : 1,84
- bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$

6-13 Dosage du calcium

Le calcium est un élément dominant de la dureté de l'eau, et à ce titre, peut être gênant dans certaines opérations de fabrication du cuir comme la teinture. Il est également un des constituants du bain d'épilage et de pelanage. Il existe deux méthodes de dosage par complexométrie à l'EDTA (sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique).

- * une méthode volumétrique avec indicateur coloré propre au calcium,
- * une méthode potentiométrique qui permet également le dosage du magnésium en plus de celui du calcium.

Dosage du calcium par volumétrie (Techniques Rodier)

Le calcium est complexé par une solution d'EDTA, en milieu basique (pH entre 12 et 13) et en présence d'un indicateur coloré (bleu ériochrome). La limite de détection se situe à 5 mg/l.

Les matériels nécessaires à ce dosage sont les suivants :

- une burette de 25 ml,
- un agitateur magnétique,
- des pipettes de précision,
- des béchers de 150 ml,
- une balance de précision au 1/10e de mg.

Les réactifs nécessaires à ce dosage sont les suivants :

- hydroxyde de sodium NaOH
- bleu ériochrome
- EDTA sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique

Dosage du calcium par potentiométrie (Standard method 407 C)

Dans un premier temps, on dose la totalité des ions calcium et magnésium par complexométrie avec l'EDTA en milieu tamponné à pH $10,2 \pm 0,1$. Dans un deuxième temps, on élimine l'ion magnésium sous forme d'hydroxyde en milieu tamponné à pH $12 \pm 0,1$ et on ne dose que le calcium par complexométrie à l'EDTA. Les réactions sont suivies par potentiométrie.

Les matériels nécessaires à ce dosage sont les suivants :

- une chaîne de titrage potentiométrique,
- une électrode de référence au calomel,
- une électrode d'argent amalgamée au mercure,
- un agitateur magnétique,
- une balance de précision au 1/10e de mg,
- des béchers de 150 ml,
- des pipettes de précision.

Les réactifs nécessaires à ce dosage sont les suivants :

- acide nitrique HNO_3
- mercure purifié
- triéthanolamine
- éthanolamine
- EDTA, sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique
- sulfate mercurique HgCl_2
- carbonate de calcium CaCO_3
- hydroxyde de sodium NaOH

6-14 Dosage des chlorures (Standard method 407 C)

Les chlorures, en milieu acide nitrique, sont transformés en leur sels d'argent en présence de nitrate d'argent. On utilise pour ce dosage, une méthode potentiométrique. La limite de détection de la méthode est de 5 mg/l.

Le matériel nécessaire au dosage est le suivant :

- une chaîne de titrage potentiométrique,
- une électrode d'argent,
- une électrode de référence remplie au K_2SO_4 saturé
- des béchers de 250 ml
- un agitateur magnétique
- des pipettes de précision

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- nitrate d'argent AgNO_3
- acide nitrique concentré HNO_3 d 20°: 1,33
- acide chlorhydrique HCl
- acide sulfurique H_2SO_4

6-15 Dosage des phénols (Standard method 510 B)

En présence de ferricyanure de potassium, en milieu alcalin, un certain nombre de composés phénoliques réagissent avec l'aminoantipyrine pour donner une coloration rouge orangé susceptible d'un dosage colorimétrique en phase chloroformique.

Tous les phénols ne réagissent cependant pas (notamment les phénols substitués en position para). Certains phénols donnent des intensités de coloration différentes. C'est pourquoi on emploie le terme indice-phénol plutôt que dosage des phénols.

Le matériel nécessaire au dosage est le suivant :

- une balance de précision au 1/10e de mg
- une série de fioles jaugées de 25 ml (12)
- des fioles jaugées de 100 ml (4)
- des fioles jaugées de 1000 ml (2)
- un pHmètre
- un spectrocromimètre
- une série d'ampoules à décanter de 250 ml (12)
- une série de fioles jaugées de 200 ml (12)
- des pipettes de précision
- une série de béciers de 150 ml (12)
- un appareil de distillation en verre avec joints rodés comprenant :
 - . un ballon tricol de 500 ml
 - . un entonnoir à robinet adaptable au ballon
 - . un réfrigérant
 - . deux allonges courbes

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- chlorure d'ammonium NH_4Cl
- tartrate double de potassium et de sodium $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
- ammoniaque NH_4OH
- 4 aminoantipyrine (1 phényl-2-3-diméthyl-4-amino-pyrazolone-5)
- ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$
- acide phosphorique H_3PO_4
- chloroforme CHCl_3
- chlorure de sodium NaCl
- phénol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

6.16 Dosage des sulfates (Standard method)

En milieu acide chlorhydrique, les sulfates précipitent en présence de chlorure de baryum. Le précipité de sulfate de baryum est stabilisé avec une solution de Tween 20, afin de permettre une mesure néphélométrique au spectromètre. La limite de détection de la méthode est comprise entre 1 et 2 mg/l.

Le matériel nécessaire au dosage est le suivant :

- un spectrocromimètre réglé à 650 nm,
- une série de fioles jaugées de 50 ml avec bouchons (12),
- des pipettes de précision,
- une balance de précision au 1/10e de mg
- des fioles jaugées de 1000 ml (2)
- des fioles jaugées de 100 ml (2)

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- sulfate de sodium Na_2SO_4
- acide chlorhydrique HCl
- Tween 20
- chlorure de baryum stabilisé BaCl_2

6-17 Dosage de l'aluminium

On utilise le sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique, EDTA. Il existe, en effet, entre l'ion métallique Al^{3+} et le doublet libre de l'azote une liaison donneur-accepteur. Le complexe obtenu avec l'aluminium est chargé négativement.

Deux méthodes sont utilisées :

- une méthode par titration potentiométrique,
- une méthode volumétrique manuelle.

Dosage potentiométrique (Méthode CTC)

La réaction entre l'EDTA et l'aluminium étant très lente, on ne peut faire une titration directe; on procède donc par dosage en retour. On ajoute une quantité en excès exactement mesurée d'EDTA, puis la solution est amenée à pH 4,5, et on accélère la réaction par chauffage. On titre ensuite l'excès d'EDTA par une solution titrée de sulfate de zinc à pH compris entre 5 et 6. La limite de détection de la méthode est de 25 mg/l.

Les matériels nécessaires pour ce dosage sont les suivants :

- une chaîne de dosage potentiométrique avec agitateur magnétique,
- des béchers de 150 ml (5),
- des pipettes de précision,
- une rampe de chauffage,
- une balance de précision au 1/10e de mg,
- une électrode de référence au calomel,
- une électrode d'argent amalgamée au mercure.

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique EDTA,
- rouge de méthyle,
- alcool éthylique,
- hydroxyde de sodium NaOH,
- hexaméthylène tétramine,
- orangé de xylénol,
- sulfate de zinc $ZnSO_4$,
- acide nitrique concentré HNO_3 ,
- éthanolamine
- sulfate mercurique $HgSO_4$.

Dosage volumétrique manuel

On dose directement l'aluminium par l'EDTA, à chaud, en présence de complexonate de cuivre et d'un indicateur coloré.

Les matériels nécessaires pour ce dosage sont les suivants :

- une balance de précision au 1/10e de mg,
- une burette de 25 ml,
- un point de chauffage au gaz,
- des erlens de 250 ml à col large (5),
- des pipettes de précision,
- un agitateur magnétique.

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique EDTA,
- solution étalon d'aluminium,
- pan indicateur,
- sulfate de cuivre CuSO_4 .

6-18 Dosage du fer (Standard method 315 B)

En milieu tamponé, le fer II réagit avec la phénantroline pour former un complexe rouge susceptible d'une mesure colorimétrique à 510 nm. La limite de détection de la méthode est de 0,01 mg/l. Pour doser le fer total, il faut transformer le fer III en fer II.

On note plusieurs interférences sur ce dosage :

* Le cuivre, le cobalt, le chrome, le zinc, interfèrent s'ils sont présents à des concentrations égales à 10 fois celle du fer. Les cyanures, le nickel à partir d'une concentration de 2 mg/l. Ces interférences sont évitées en travaillant entre pH 3,5 et 5,5.

* Le cadmium, le mercure, le bismuth, et l'argent interfèrent en réagissant avec la phénantroline.

* Les phosphates réagissent lorsque leur concentration est égale à dix fois celle du fer.

* Dans le cas d'eaux résiduelles industrielles, une calcination à 600 - 650°C et dissolution des cendres est nécessaire avant le dosage.

Les matériels nécessaires au dosage sont les suivants :

- un spectrophotomètre réglé à 510 nm,
- une série de fioles jaugées de 100 ml (12),
- des pipettes de précision,
- une balance de précision au 1/10e de mg.

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- acide chlorhydrique concentré HCl ,
- acide nitrique concentré HNO_3 ,
- acide sulfurique concentré H_2SO_4 ,
- peroxydisulfate de potassium $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$,
- chlorhydrate d'hydroxylamine NH_2OH , HCl ,
- acétate d'ammonium $\text{CH}_3\text{COONH}_4$,
- acide acétique cristallisable CH_3COOH ,
- chlorhydrate de phénantroline 1,10 $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{ClN}_2\text{H}_2\text{O}$,
- fil de fer non oxydé.

6-19 Dosage du phosphore et de ses composés

les méthodes décrites permettent le dosage du phosphore présent dans les eaux sous diverses formes :

- dosage des orthophosphates,
- dosage des polyphosphates après hydrolyse,
- dosage du phosphore total après minéralisation.

La limite de détection de toutes ces méthodes est de 0,01 mg/l. Tous les résultats s'expriment en mg/l de phosphore P.

Dosage des orthophosphates (Techniques Rodier)

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, donne lieu à une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique.

Les matériels nécessaires au dosage sont les suivants :

- un spectrophotomètre,
- des pipettes de précision,
- une série de fioles jaugées de 50 ml (12),
- une balance de précision au 1/10e de mg,
- une balance de laboratoire au 1/100e de g,
- un pHmètre,
- des fioles jaugées de 500 ml (3),
- des fioles jaugées de 1000 ml (5).

Les réactifs nécessaires au dosage sont les suivants :

- acide ascorbique $C_6H_8O_6$,
- acide sulfurique H_2SO_4 ,
- hydroxyde de sodium NaOH,
- tartrate de potassium et d'antimoine $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 0,5 H_2O$,
- molybdate d'ammonium $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$,
- dihydrogénophosphate de potassium KH_2PO_4 .

Dosage des polyphosphates (Techniques Rodier)

Par hydrolyse à chaud en milieu acide, les polyphosphates sont transformés en orthophosphates.

Un dosage colorimétrique, effectué après cette hydrolyse, donne la teneur globale exprimée en mg/l de phosphore P, des orthophosphates initialement présents et des polyphosphates. La teneur en polyphosphates ou phosphates hydrolysables sera obtenue par différence entre cette valeur globale et celles des orthophosphates qui devront être dosés séparément.

Au matériel déjà décrit pour le dosage des orthophosphates, il faut ajouter les équipements suivants :

- des ballons de verre de 250 ml (5),
- une rampe de chauffage,
- des fioles jaugées de 100 ml (5).

Les réactifs chimiques utilisés sont les mêmes que pour le dosage des orthophosphates.

Dosage du phosphore total (Techniques Rodier)

En milieu acide, à chaud et en présence de persulfate de sodium, tout le phosphore quel que soit son état, est minéralisé en orthophosphate. On effectue alors un dosage colorimétrique des orthophosphates obtenus.

En plus du matériel nécessaire au dosage des orthophosphates, il faut ajouter :

- une rampe de minéralisation comprenant :
 - . des ballons de 250 ml à longue tubulure (type Kjeldahl) (5),
 - . une rampe de chauffage,
- des fioles jaugées de 200 ml (5),
- des béciers de 250 ml (5)
- une hotte d'aspiration des fumées.

En plus des réactifs nécessaires au dosage des orthophosphates, il convient d'ajouter :

- peroxydisulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

6-20 Analyse de la couleur (Standard method 204 A)

La méthode est basée sur la comparaison visuelle de l'échantillon à analyser avec une gamme de coloration de référence telle l'échelle platine cobalt. Cette mesure ne s'applique que pour les eaux dont les caractéristiques de couleur sont proches de l'échelle de référence.

Les matériels nécessaires au dosage sont les suivants :

- série de tubes colorimétriques à fond plat de 50 ml (20)
- balance de précision au 1/10e de mg
- une fiole jaugée de 1000 ml
- une éprouvette graduée de 100 ml
- une série de fioles jaugées de 50 ml (15)
- un appareil de filtration sous vide avec filtres en fibres de verre

Les produits chimiques nécessaires au dosage sont les suivants :

- chlorure de cobalt (II) hexahydraté $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- chloroplatinate de potassium K_2PtCl_6
- acide chlorhydrique HCl d 20°: 1,19

6-21 Mesure de la toxicité d'un effluent

La notion de toxicité est très complexe : elle englobe l'action de très nombreux éléments, sous des formes très variées (complexés, ionisés, oxydés...). La mesure de la toxicité est réalisée au moyen d'un test faisant appel à un réactif biologique : poissons, daphnies, bactéries, algues, ... Cette mesure, nécessitant une haute technicité, est réservée à des laboratoires spécialisés.

7 - DETERMINATION DE QUATRE TAILLES DE LABORATOIRE

Dans le but d'évaluer de manière quantitative et qualitative les équipements et produits chimiques nécessaires à un laboratoire de tannerie, pour la conduite d'une station d'épuration de type physico-chimique et biologique, ainsi qu'à la mise en oeuvre de technologies propres dans l'usine, l'échelle suivante a été retenue :

Niveau 1

Le laboratoire est associé à une tannerie de petites dimensions qui traite moins de 5 tonnes de peaux brutes salées de bovins par jour, ou qui fabrique moins de 1000 peaux de moutons ou de chèvres par jour. Les valeurs limites peuvent être plus élevées si la tannerie ne réalise qu'une partie de la fabrication, de brut à wet-blue ou de stain à fini par exemple. La quantité d'eau rejetée est généralement inférieure à 150 - 200 m³/jour.

Niveau 2

Ce niveau correspond à une tannerie traitant entre 5 et 15 tonnes par jour de peaux brutes salées de bovins par jour, ou de 1000 à 3000 petites peaux par jour. La quantité d'eau évacuée se situe entre 200 et 500 m³ par jour.

Niveau 3

La capacité de l'usine sera comprise entre 15 et 30 tonnes par jour de bovins et 3000 à 6000 peaux de moutons et de chèvres par jour, avec une quantité d'eau inférieure à 1000 m³/jour.

Niveau 4

Ce dernier niveau correspond à une tannerie de bovins de capacité supérieure à 30 tonnes par jour de peaux salées, et à une usine traitant plus de 6000 petites peaux par jour. Le volume de rejets d'effluents est généralement supérieur à 1000 m³/jour.

8 - NOMBRE D'ANALYSES MISES EN OEUVRE PAR SEMAINE A CHAQUE NIVEAU

Le nombre d'analyses par semaine, pour chaque détermination, peut être évalué selon le tableau suivant :

Paramètre	niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
pH	15	30	60	90
Décantabilité	5	5	10	10
D.C.O.	2	5	10	10
Chrome	5	10	20	30
M.E.S.		5	10	10
M.Totales		5	10	10
Sulfures		5	10	10
O2 dissous		5	10	15
Mohlman			5	5
N.T.K.			2	5
D.B.O. ₅			5	10
Calcium			5	10
Chlorures			2	5
Phénols				2
Sulfates				2
Aluminium				5
Fer				2
Phosphore				1
Couleur				1

Bien entendu ces valeurs ne sont que des indications quantitatives susceptibles de variation dans des contextes spécifiques, tels qu'une liaison avec une station collective de traitement d'effluents industriels.

9 - LABORATOIRE DE NIVEAU 1 - MATERIEL NECESSAIRE

Ce laboratoire effectuera donc les déterminations suivantes :

- pH, décantabilité, DCO, et chrome.

Le matériel de laboratoire nécessaire est le suivant :

- un pH-mètre de laboratoire
- une électrode de verre et une électrode au calomel (KCl),
- des béchers en verre de 250 ml (12),
- un agitateur magnétique chauffant avec 5 barreaux teflonés,
- un cône d'Himhoff gradué de 1 litre avec un support,
- une balance de précision (1/10^e de mg),
- des ballons de 500 ml à col rodé (6),
- des réfrigérants à eau ou à air (6),
- 4 pipettes de précision pour chaque volume de 1,5, 10, 20, 25, 50 ml,
- deux burettes de précision de 25 ml,
- un support de burette avec pince double,
- des chauffe-ballons électriques (6).
- des fioles jaugées de 250 ml (6) avec bouchons,
- des erlens de 250 ml (6),
- des billes de verre.
- un appareil à eau distillée de 4 l/heure (3 kW),
- une bombonne de stockage de 20 litres,
- 50 m de tuyau PVC transparent de 10 mm intérieur
- un réfrigérateur de 250 litres environ

Ces matériels nécessitent une surface de paillasse de laboratoire d'une longueur de 6 m sur 0,85 m de large, avec 1 bac évier, deux robinets d'eau froide et un d'eau chaude, quatre prises électriques monophasées, et une prise triphasée. Dans le laboratoire d'une surface totale de 18 m² sera aussi mis en place une armoire de rangement pour les matériels et les produits chimiques, ainsi qu'une hotte d'extraction d'air.

10 - LABORATOIRE DE NIVEAU 1 - PRODUITS CHIMIQUES

Les produits chimiques ont été déterminés pour une marche normale du laboratoire pendant une durée de un an. Ils correspondent donc à :

- * 750 mesures de pH,
- * 250 décantabilités,
- * 100 DCO,
- * 250 dosages de chrome par la méthode au sel de Mohr.

Les produits chimiques nécessaires sont les suivants :

- 12 solutions tampon pH 4,
- 12 solutions tampon pH 7,
- 12 solutions tampon pH 10,
- 100 g de sulfate de mercure II HgSO₄ en poudre
- 50 g de sulfate d'argent Ag₂SO₄ en poudre

- 15 litres d'acide sulfurique concentré (d 20°: 1,83)
- 2 kg de sel de Mohr $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
- 250 g de bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- 300 ml d'indicateur ferroïne (o-phénantroline et $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 3 litres d'acide perchlorique HClO_4 , d 20°: 1,615
- 2 litres d'acide nitrique HNO_3 , d 20°: 1,33

11 - LABORATOIRE DE NIVEAU 2 - MATERIEL NECESSAIRE

Ce laboratoire effectuera les déterminations suivantes :

- pH, décantabilité, DCO, chrome, MES, résidu sec, sulfure et oxygène dissous.

Le matériel de laboratoire nécessaire est le suivant :

- un préleveur automatique d'échantillon
- un pH-mètre de laboratoire
- une électrode de verre et une électrode au calomel (KCl),
- des béchers en verre de 250 ml (12),
- un agitateur magnétique chauffant avec 5 barreaux teflonés,
- un cône d'Himhoff gradué de 1 litre avec un support,
- une balance de précision (1/10e de mg),
- des ballons de 500 ml à col rodé (6),
- des réfrigérants à eau ou à air (6),
- 4 pipettes de précision pour chaque volume de 1,5,10,20,25,50 ml,
- deux burettes de précision de 25 ml,
- un support de burette avec pince double,
- des chauffe-ballons électriques (6).
- des fioles jaugées de 250 ml (6) avec bouchons,
- des erlens de 250 ml (6),
- des billes de verre.
- un appareil à eau distillée de 4 l/heure (3 kW),
- une bombonne de stockage de 20 litres,
- 50 m de tuyau PVC transparent de 10 mm intérieur
- un réfrigérateur de 250 litres environ
- une trompe à vide inox avec 10 m de tuyau à vide de 6 x 18 mm
- un appareil de filtration sous vide (fiole de 1l, support et joint)
- des capsules en silice de 50 ml (10)
- des capsules en silice de 190 ml (10)
- une étuve à 100 - 105 °C de 55 litres
- un dessiccateur de 200 mm de diamètre
- four à moufle de 5 l permettant d'atteindre 850°C.
- une chaîne de dosage potentiométrique
- une électrode au calomel avec remplissage K_2SO_4
- une électrode spécifique sulfure
- 2 éprouvettes de 50 ml
- une sonde de mesure polarographique
- un thermomètre de précision
- un analyseur d'oxygène gradué en ppm, mg/l, ou en % d'oxygène
- des facons en verre de 100 ml (20)

Ces matériels nécessitent une surface de paillasses de laboratoire d'une longueur de 10 m sur 0,85 m de large, avec 1 bac évier, trois robinets d'eau froide et un d'eau chaude, six prises électriques monophasées, et une prise triphasée. Dans le laboratoire d'une surface totale de 30 m² seront aussi mis en place deux armoires de rangement pour les matériels et les produits chimiques.

12 - LABORATOIRE DE NIVEAU 2 - PRODUITS CHIMIQUES

Les produits chimiques ont été déterminés pour une marche normale du laboratoire pendant une durée de un an. Ils correspondent donc à :

- * 1500 mesures de pH,
- * 250 décantabilités,
- * 250 DCO,
- * 500 dosages de chrome par la méthode au sel de Mohr.
- * 250 MES,
- * 250 matières totales,
- * 250 dosages de sulfures par méthode potentiométrique,
- * 250 oxygène dissous.

Les produits chimiques nécessaires sont les suivants :

- 24 solutions tampon pH 4,
- 24 solutions tampon pH 7,
- 24 solutions tampon pH 10,
- 250 g de sulfate de mercure II $HgSO_4$ en poudre
- 100 g de sulfate d'argent Ag_2SO_4 en poudre
- 35 litres d'acide sulfurique concentré (d 20°: 1,83)
- 5 kg de sel de Mohr $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6 H_2O$
- 500 g de bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$
- 700 ml d'indicateur ferroïne (o-phénantroline et $FeSO_4 \cdot 7H_2O$)
- 6 litres d'acide perchlorique $HClO_4$, d 20°: 1,615
- 3 litres d'acide nitrique HNO_3 , d 20°: 1,33
- 300 filtres en fibre de verre calibrés diamètre 47 mm
- 150 g de nitrate d'argent $AgNO_3$
- 5 litres d'ammoniaque NH_4OH , d 20°: 0,9
- 1 kg de chlorure d'ammonium NH_4Cl
- 150 g d'acide diamino 1-2 cyclohexane tétrascétique CDTA

13 - LABORATOIRE DE NIVEAU 3 - MATERIEL NECESSAIRE

Ce laboratoire effectuera les déterminations suivantes :

- pH, décantabilité, DCO, chrome, MES, résidu sec, sulfure, oxygène dissous, indice de Mohlman, NTK, DBO₅, calcium, et chlorure.

Le matériel de laboratoire nécessaire est le suivant :

- un préleveur échantillonneur automatique
- un débitmètre enregistreur
- un pH-mètre de laboratoire
- une électrode de verre et une électrode au calomel (KCl),

- des béchers en verre de 250 ml (12),
- un agitateur magnétique chauffant avec 5 barreaux teflonés,
- un cône d'Imhoff gradué de 1 litre avec un support,
- une balance de précision (1/10e de mg),
- des ballons de 500 ml à col rodé (6),
- des réfrigérants à eau ou à air (6),
- 4 pipettes de précision pour chaque volume de 1,5,10,20,25,50 ml,
- deux burettes de précision de 25 ml,
- un support de burette avec pince double,
- des chauffe-ballons électriques (6).
- des fioles jaugées de 250 ml (6) avec bouchons,
- des erlens de 250 ml (6),
- des billes de verre.
- un appareil à eau distillée de 4 l/heure (3 kW),
- une bonbonne de stockage de 20 litres,
- 50 m de tuyau PVC transparent de 10 mm intérieur
- un réfrigérateur de 250 litres environ
- une trompe à vide inox avec 10 m de tuyau à vide de 6 x 18 mm
- un appareil de filtration sous vide (fiole de 1l, support et joint)
- des capsules en silice de 50 ml (10)
- des capsules en silice de 190 ml (10)
- une étuve à 100 - 105 °C de 55 litres
- un dessiccateur de 200 mm de diamètre
- four à soufflet de 5 l permettant d'atteindre 850°C.
- une chaîne de dosage potentiométrique
- une électrode au calomel avec remplissage K_2SO_4
- une électrode spécifique sulfure
- 2 éprouvettes de 50 ml
- une sonde de mesure polarographique
- un thermomètre de précision
- un analyseur d'oxygène gradué en ppm, mg/l, ou en % d'oxygène
- des facons en verre de 100 ml (20)
- un appareil de distillation automatique pour l'azote Kjeldahl
- des ballons matras de 300 ml (10)
- une rampe de minéralisation à six postes (chauffage électrique),
- des erlens de 500 ml (10),
- de la graisse silicone
- une enceinte climatisée à $20^{\circ}C \pm 1$ pour DBO_5
- des flacons d'incubation à bouchons rodés de 250 ml (100)
- fioles jaugées de 2000(2), 1000(5), 500(6), et 100 ml(10)
- un compresseur à membrane (9 l/mn, 12 W) pour saturer l'eau de dilution
- une électrode d'argent amalgamée au mercure
- des béchers de 150 ml (12)
- une électrode d'argent,

Ces matériels nécessitent une surface de paillasses de laboratoire d'une longueur de 16 m sur 0,85 m de large, avec 2 bacs évier, quatre robinets d'eau froide et deux d'eau chaude, dix prises électriques monophasées, et deux prises triphasées. Dans le laboratoire d'une surface totale de 40 m² seront aussi mis en place des meubles de rangement sous les paillasses pour les matériels et les produits chimiques.

14 - LABORATOIRE DE NIVEAU 3 - PRODUITS CHIMIQUES

Les produits chimiques ont été déterminés pour une marche normale du laboratoire pendant une durée de six mois. Ils correspondent donc à :

- * 1500 mesures de pH,
- * 250 décantabilités,
- * 250 DCO,
- * 500 dosages de chrome par la méthode au sel de Mohr.
- * 250 MES,
- * 250 matières totales,
- * 250 dosages de sulfates par méthode potentiométrique,
- * 250 oxygène dissous,
- * 125 indices de Mohlman,
- * 50 NTK,
- * 125 DBO₅,
- * 125 dosages de calcium par méthode potentiométrique,
- * 50 dosages de chlorure.

Les produits chimiques nécessaires sont les suivants :

- 24 solutions tampon pH 4,
- 24 solutions tampon pH 7,
- 24 solutions tampon pH 10,
- 300 g de sulfate de mercure II HgSO₄ en poudre
- 100 g de sulfate d'argent Ag₂SO₄ en poudre
- 50 litres d'acide sulfurique concentré (d 20°: 1,83)
- 5 kg de sel de Mohr FeSO₄(NH₄)₂SO₄·6 H₂O
- 2 kg de bichromate de potassium K₂Cr₂O₇
- 700 ml d'indicateur ferroïne (o-phénantroline et FeSO₄·7H₂O)
- 6 litres d'acide perchlorique HClO₄, d 20°: 1,615
- 10 litres d'acide nitrique HNO₃, d 20°: 1,33
- 300 filtres en fibre de verre calibrés diamètre 47 mm
- 200 g de nitrate d'argent AgNO₃
- 5 litres d'ammoniaque NH₄OH, d 20°: 0,9
- 2 kg de chlorure d'ammonium NH₄Cl
- 150 g d'acide diamino 1-2 cyclohexane tétraacétique CDTA
- 1 kg de sulfate de potassium K₂SO₄
- 50 g de catalyseur au sélénium
- 3 kg d'hydroxyde de sodium NaOH
- 500 g d'acide borique H₃BO₃
- 100 g de rouge de méthyle
- 25 g de vert de bromocrésol
- 1 litre d'éthanol à 95 %
- 1 kg monohydrogénophosphate de sodium dihydraté Na₂HPO₄·2H₂O
- 1 kg de dihydrogénophosphate de potassium KH₂PO₄
- 1 kg de sulfate de magnésium MgSO₄·7H₂O
- 1 kg de chlorure de calcium CaCl₂
- 1 litre de chlorure ferrique FeCl₃ à 27,5 %
- 250 g de mercure purifié
- 1 litre de triéthanolamine
- 1 litre d'éthanolamine
- 100 g d'EDTA, sel disodique de l'acide éthylène diamine tétraacétique
- 250 g de carbonate de calcium CaCO₃
- 1 litre d'acide chlorhydrique HCl

15 - LABORATOIRE DE NIVEAU 4 - MATERIEL NECESSAIRE

Ce laboratoire effectuera les déterminations suivantes :

- pH, décantabilité, DCO, chrome, MES, résidu sec, sulfure, oxygène dissous, indice de Mohlman, NTK, DBO_5 , calcium, chlorure, phénols, sulfates, aluminium, fer, phosphore et couleur.

Le matériel de laboratoire nécessaire est le suivant :

- un préleveur échantillonneur automatique
- un débitmètre enregistreur
- un pH-mètre de laboratoire
- une électrode de verre et une électrode au calomel (KCl),
- des bécards en verre de 250 ml (12),
- un agitateur magnétique chauffant avec 5 barreaux teflonés,
- un cône d'Himhoff gradué de 1 litre avec un support,
- une balance de précision (1/10e de mg),
- des ballons de 500 ml à col rodé (6),
- des réfrigérants à eau ou à air (6),
- 4 pipettes de précision pour chaque volume de 1,5, 10, 20, 25, 50 ml,
- 2 pipettes de précision de 100 ml,
- deux burettes de précision de 25 ml,
- un support de burette avec pince double,
- des chauffe-ballons électriques (6).
- des fioles jaugées de 250 ml (6) avec bouchons,
- des erlens de 250 ml (6),
- des billes de verre.
- un appareil à eau distillée de 4 l/heure (3 kW),
- une bombonne de stockage de 20 litres,
- 50 m de tuyau PVC transparent de 10 mm intérieur
- un réfrigérateur de 250 litres environ
- une trompe à vide inox avec 10 m de tuyau à vide de 6 x 18 mm
- un appareil de filtration sous vide (fiole de 1l, support et joint)
- des capsules en silice de 50 ml (10)
- des capsules en silice de 190 ml (10)
- une étuve à 100 - 105 °C de 55 litres
- un dessiccateur de 200 mm de diamètre
- four à moufle de 5 l permettant d'atteindre 850°C.
- une chaîne de dosage potentiométrique
- une électrode au calomel avec remplissage K_2SO_4
- une électrode spécifique sulfure
- 2 éprouvettes de 50 ml
- une sonde de mesure polarographique
- un thermomètre de précision
- un analyseur d'oxygène gradué en ppm, mg/l, ou en % d'oxygène
- des facons en verre de 100 ml (20)
- un appareil de distillation automatique pour l'azote Kjeldahl
- des ballons matras de 300 ml (10)
- une rampe de minéralisation à six postes (chauffage électrique),
- des erlens de 500 ml (10),
- de la graisse silicone
- une enceinte climatisée à 20°C ± 1 pour DBO_5
- des flacons d'incubation à bouchons rodés de 250 ml (100)
- fioles jaugées de 2000(2), 1000(5), 500(6), et 100 ml(10)

- un compresseur à membrane (9 l/mn, 12 W) pour saturer l'eau de dilution
- une électrode d'argent amalgamée au mercure
- des béchers de 150 ml (12)
- une électrode d'argent,
- une série de fioles jaugées de 25 ml (12)
- un spectrophotomètre avec accessoires
- une série d'ampoules à décanter de 250 ml (12)
- une série de fioles jaugées de 200 ml (12)
- un appareil de distillation en verre avec joints rodés comprenant :
 - . un ballon tricol de 500 ml
 - . un entonnoir à robinet adaptable au ballon
 - . un réfrigérant
 - . deux allonges courbes
- une série de fioles jaugées de 50 ml avec bouchons (20),
- une balance de laboratoire au 1/100e de g,
- des ballons de verre de 250 ml à col rodé (5),
- série de tubes colorimétriques à fond plat de 50 ml (20)
- 2 éprouvettes graduées de 100 ml

Ces matériels nécessitent une surface de paillasses de laboratoire d'une longueur de 24 m sur 0,85 m de large, avec 2 bacs évier, quatre robinets d'eau froide et deux d'eau chaude, seize prises électriques monophasées, et deux prises triphasées. Dans le laboratoire, d'une surface totale de 60 m², seront aussi mis en place des meubles de rangement sous les paillasses pour les matériels et les produits chimiques.

16 - LABORATOIRE DE NIVEAU 4 - PRODUITS CHIMIQUES

Les produits chimiques ont été déterminés pour une marche normale du laboratoire pendant une durée de six mois. Ils correspondent donc à :

- * 2250 mesures de pH,
- * 250 décantabilités,
- * 250 DCO,
- * 750 dosages de chrome par la méthode au sel de Mohr.
- * 250 MES,
- * 250 matières totales,
- * 250 dosages de sulfures par méthode potentiométrique,
- * 375 oxygène dissous,
- * 125 indices de Mohlman,
- * 125 NTK,
- * 250 DBO₅,
- * 250 dosages de calcium par méthode potentiométrique,
- * 125 dosages de chlorure,
- * 50 indices phénol,
- * 50 dosages de sulfate,
- * 125 dosages d'aluminium,
- * 50 dosages de fer,
- * 25 dosages de phosphore,
- * 25 mesures de couleur.

Les produits chimiques nécessaires sont les suivants :

- 36 solutions tampon pH 4,
- 36 solutions tampon pH 7,
- 36 solutions tampon pH 10,
- 300 g de sulfate de mercure II HgSO_4 en poudre
- 100 g de sulfate d'argent Ag_2SO_4 en poudre
- 60 litres d'acide sulfurique concentré (d 20°: 1,83)
- 6 kg de sel de Mohr $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
- 2 kg de bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- 800 ml d'indicateur ferroïne (o-phénantroline et $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 9 litres d'acide perchlorique HClO_4 , d 20°: 1,615
- 13 litres d'acide nitrique HNO_3 , d 20°: 1,33
- 300 filtres en fibre de verre calibrés diamètre 47 mm
- 200 g de nitrate d'argent AgNO_3
- 6 litres d'ammoniaque NH_4OH , d 20°: 0,9
- 2 kg de chlorure d'ammonium NH_4Cl
- 150 g d'acide diamino 1-2 cyclohexane tétraacétique CDTA
- 1 kg de sulfate de potassium K_2SO_4
- 100 g de catalyseur au sélénium
- 5 kg d'hydroxyde de sodium NaOH
- 1 kg d'acide borique H_3BO_3
- 200 g de rouge de méthyle
- 25 g de vert de bromocrésol
- 1 litre d'éthanol à 95 %
- 1 kg monohydrogénophosphate de sodium dihydraté $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 1 kg de dihydrogénophosphate de potassium KH_2PO_4
- 1 kg de sulfate de magnésium $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- 1 kg de chlorure de calcium CaCl_2
- 1 litre de chlorure ferrique FeCl_3 à 27,5 %
- 500 g de mercure purifié
- 1 litre de triéthanolamine
- 1 litre d'éthanolamine
- 200 g d'EDTA, sel disodique de l'acide éthylène diamine tétraacétique
- 250 g de carbonate de calcium CaCO_3
- 2 litres d'acide chlorhydrique HCl
- 1 kg de tartrate double de potassium-sodium $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
- 10 g de 4aminoantipyrine (1-phényl-2-3-diméthyl-4-amino-pyrazolone-5)
- 250 g de ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$
- 1 litre d'acide phosphorique H_3PO_4
- 2 litres de chloroforme CHCl_3
- 3 kg de chlorure de sodium NaCl
- 1 kg de phénol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- 1 kg de sulfate de sodium Na_2SO_4
- 1 litre de Tween 20
- 1 kg de chlorure de baryum stabilisé BaCl_2
- 1 kg d'hexaméthylène tétramine,
- 100 g d'orangé de xylénol,
- 250 g de sulfate de zinc $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
- 100 g de peroxodisulfate de potassium $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$,
- 250 g de chlorhydrate d'hydroxylamine $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$,
- 1 kg d'acétate d'ammonium $\text{CH}_3\text{COONH}_4$,
- 1 litre d'acide acétique cristallisable CH_3COOH ,
- 15 g de chlorhydrate de phénantroline 1,10 $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{ClN}_2\text{H}_2\text{O}$.

- 250 g de fil de fer non oxydé.
- 250 g d'acide ascorbique $C_6H_8O_6$,
- 500 g de tartrate de potassium et d'antimoine $K(SbO)C_4H_4O_6$, 0,5 H_2O ,
- 100 g de heptamolybdate d'ammonium $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$,
- 250 g de peroxydisulfate de sodium $Na_2S_2O_8$,
- 100 g de chlorure de cobalt (II) hexahydraté $CoCl_2 \cdot 6H_2O$
- 1 g de chloroplatinate de potassium K_2PtCl_6

17 - EVALUATION DES MATERIELS ET PRODUITS CHIMIQUES NECESSAIRES

Un exemple d'implantation type d'un laboratoire est présenté en annexe 3.

Les évaluations ci-dessous sont basées sur des équipements et des produits chimiques disponibles en Europe. Les prix sont indiqués en dollars des E.U., hors taxes (vente à l'exportation).

Niveau 1

* Evaluation du matériel :	8 500 \$
* Produits chimiques :	<u>1 200 \$</u>
Total :	9 700 \$

Niveau 2

* Evaluation du matériel :	19 700 \$
* Produits chimiques :	<u>4 100 \$</u>
Total :	23 800 \$

Niveau 3

* Evaluation du matériel :	36 800 \$
* Produits chimiques :	<u>5 600 \$</u>
Total :	42 400 \$

Niveau 4

* Evaluation du matériel :	44 800 \$
* Produits chimiques :	<u>7 800 \$</u>
Total :	52 600 \$

18 - EVALUATION DES BESOINS EN PERSONNEL

Compte tenu des analyses à réaliser, les besoins du laboratoire en personnel peuvent être évalués de la manière suivante :

Niveau 1 : 1 personne à mi-temps

Niveau 2 : 1 personne à plein temps

Niveau 3 : 1 personne à plein temps et une personne à mi-temps

Niveau 4 : 2 personnes à plein temps

La qualification du personnel requis correspond à un diplôme de technicien en chimie, c'est-à-dire un niveau d'étude équivalent à un baccalauréat professionnel ou une graduation.

ANNEXE 1

SPECIFICATIONS POUR LE MATERIEL DE LABORATOIRE

Agitateur magnétique chauffant

- capacité d'agitation : 5 litres
- régulation de température
- réglage continu de la vitesse de 300 à 1000 t/mn
- plaque de diamètre 110 mm
- température maximale 350 °C
- puissance 350 W
- 5 barreaux aimantés PTFE de 45x9 mm

Allonges courbes pour distillateur

- verre borosilicaté
- coude à 105°
- rodage male et femelle 19/26

Ampoules à décanter de 250 ml

- verre borosilicaté
- forme poire
- robinet à clé PTFE
- bouchon rodé 24/29
- plateau support pour deux ampoules, orifices de 65 mm, entraxe 200 mm
- avec noix inox pour tige de 12 mm

Analyseur d'oxygène dissous

- matériel portable livré en coffret
- gamme de mesure : 0-60 mg/l ou 0 à 600 % de saturation
- précision : 1 %
- compensation automatique de température de 0 à 50°C
- compensation automatique de pression de 800 à 1080 mbars
- compensation automatique de salinité de 0 à 40 %
- sortie enregistreur 10mV par mg/l d'oxygène dissous
- autonomie > 250 heures

Appareil de filtration sous vide

- entonnoir de 300ml
- support de filtration pour papiers filtres diamètre 47 mm
- 7 joints caoutchouc pour support
- fiole de 1 litre pour filtration sous vide

Appareil de distillation pour l'azote Kjeldahl

- modèle semi-automatique
- programmation de la durée de distillation jusqu'à 20 mn
- limite de détection : 0,5 mg d'azote
- alimentation en eau distillée
- dosage de soude par bouton poussoir
- compatible avec tous type de tubes
- reproductibilité : 1 %
- puissance électrique 1800 W

Balance de laboratoire électronique

- plage de pesée : 0-2100 g
- plage de tarage soustractive : 0-2100 g
- précision d'affichage : 0,01 g
- linéarité : $\pm 0,02$ g
- protection électrique IP54
- menu de calibration
- détecteur de stabilisation
- adaptateur de vibration

Balance de précision électronique

- plage de pesée : 0 à 109 g
- précision : 0,1 mg
- plage de tarage soustractive : 0 à 109 g
- temps de stabilisation : 5 secondes
- chambre de pesée fermée accessible des deux cotés et par le haut
- puissance 10 W

Ballons de 250 ml à col rodé

- fond rond
- col court
- rodage normalisé 24/29
- verre borosilicaté pyrex

Ballons de 500 ml à col rodé

- fond rond
- col court
- rodage normalisé 24/29
- verre borosilicaté pyrex

Ballons matras Kjeldahl de 300ml

- verre borosilicaté
- col diamètre 28 mm, longueur 300 mm
- fond rond

Ballon tricol de 500ml

- verre borosilicaté
- 2 tubulures latérales inclinées à 30° avec rodages 19/26
- col central rodage 29/32
- fond rond

Béchers en verre de 150 ml

- verre pyrex usage intensif
- forme basse diamètre 57 mm environ
- bords évasés renforcés
- double graduation

Béchers en verre de 250 ml

- verre pyrex usage intensif
- forme basse diamètre 68 mm environ
- bords évasés renforcés
- double graduation

Billes de verre

- diamètre 4 mm
- environ 1 kg

Bombonne de stockage de 20 litres

- polyéthylène basse densité
- large ouverture
- bouchon polypropylène pour col à vis de 100 mm
- deux poignées de transport

Burette de précision de 25 ml

- division : 0,05 ml
- graduation émaillée à haute température
- erreur < 0,05 ml
- intervalle entre deux traits > 1 mm
- robinet à clé PTFE

Capsules en silice

- silice translucide
- volume utile 50 et 190 ml
- forme sphérique avec bec et fond à méplat

Chaîne de dosage potentiométrique

- domaine millivolt : -1600,0 à +1600,0
- domaine millivolt relatif: -1999,9 à +1999,9
- résolution : 0,1 mV
- erreur relative : $\pm 0,2$ mV
- calibrage automatique sur 5 tampons
- 5 points de calibrage en pH et concentration
- sortie RS 232
- 2 entrées électrodes
- compensation automatique de température
- affichage digital

Chauffe-ballons électriques

- rampe de chauffage électrique à six postes
- ballons de capacité de 500 ml
- régulation indépendante des six postes
- réglage du chauffage jusqu'à 450°C
- puissance électrique de 1200 W
- voyants lumineux de tension et de chauffage
- protection contre les projections d'acide
- calottes chauffantes interchangeables
- six tiges support de 12,5 mm de diamètre

Compresseur à membrane

- pour air exempt d'huile
- débit maximum 9 l/mn
- pression de service : 0,4 bar
- puissance électrique : 12 W
- membrane néoprène
- membrane et clapets de rechange

Cône d'Himhoff

- nombre : 2
- volume utile unitaire : 1 litre
- polystyrène acrylonitrile transparent
- support en polyméthacrylate de méthyle rigide pour deux cônes

Débitmètre enregistreur portable

- système de mesure par sonde de bullage
- adaptation à tout type de déversoir
- coffret polyster étanche
- batterie avec chargeur incorporé (autonomie de 2 semaines)
- enregistreur à trois courbes
- entrées complémentaires pour 2 autres paramètres (pH et température)
- connexion possible à un préleveur d'échantillons
- données récupérables sur PC

Dessiccateur

- diamètre 200 mm
- verre borosilicaté
- couvercle rodé à plat avec robinet 24/29
- disque en porcelaine émaillée de 185 mm de diamètre
- 1 kg de gel de silice

Distillateur à eau

- appareil de distillation en verre borosilicaté
- débit d'eau distillée : 4 litres/heure
- puissance électrique : 3 kW
- résistance chauffante en acier inox ou quartz
- régulation automatique de niveau et sécurité de surchauffe
- tuyauteries plastiques pour raccordement à l'alimentation en eau
- 5 litres de produit détartrant
- 1 résistance de rechange

Electrode d'argent

- tête vissable
- embout formé d'une baguette d'argent de diamètre 4 mm
- corps tubulaire diamètre 10 mm, longueur 120 mm
- câble de raccordement de 1,5 m

Electrode de référence

- électrode de référence au calomel (KCl saturé)
- longueur de 120 mm
- gamme de mesure 0 - 14 pH
- température d'utilisation : 0 - 60°C
- longueur de câble : 1 m
- 250 ml de solution saturée de KCl

Electrode spécifique sulfure

- domaine de pH : 11 à 14
- monocrystal de sulfure d'argent
- domaine de réponse : 1 à 10^{-10} M

Electrode de verre

- électrode standard à boule de 10 mm de diamètre
- longueur de 120 mm
- gamme de mesure 0 - 14 pH
- longueur de câble : 1 m

Enceinte climatisée pour DBO₅

- volume utile : 260 l
- température réglable de 4 à 40°C par 1°C
- affichage de la température LCD $\pm 0,1^\circ\text{C}$
- ventilation radiale 100 m³/h
- prises électriques internes
- intérieur ABS
- 4 étagères

Entonnoir à robinet

- verre borsilicaté
- forme cylindrique
- volume 100 ml
- rodage male inférieur 19/26

Eprouvettes de 50 ml

- verre borosilicaté
- graduation émaillée par 1 ml
- hauteur environ 200 mm
- pied hexagonal et bec verseur

Eprouvettes de 100 ml

- verre borosilicaté
- graduation émaillée par 1 ml
- hauteur environ 260 mm
- pied hexagonal et bec verseur

Erlens de 250 ml

- verre borosilicaté
- large ouverture sans bec de diamètre 45 mm
- hauteur approximative : 140 mm

Erlens de 500 ml

- verre borosilicaté
- large ouverture sans bec de diamètre 45 mm
- hauteur approximative : 175 mm

Etuve de chauffage

- volume intérieur : 55 litres
- gamme de température : ambiante + 5°C - 220°C
- régulation continue entre 60 et 220°C avec thermostat de sécurité
- précision $< \pm 1\%$
- puissance électrique : 600 W
- chambre intérieure en acier inoxydable
- isolation renforcée
- téléthermomètre 40 - 220°C
- nombre de plateaux maximum : 4
- convection naturelle de l'air chaud

Fioles jaugées de 25 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,04 ml
- rodage 10/19
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 50 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,06 ml
- rodage 12/21
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 100 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,10 ml
- rodage 12/21
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 200 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,15 ml
- rodage 14/23
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 250 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,15 ml
- rodage 14/23
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 500 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,25 ml
- rodage 19/26
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 1000 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,40 ml
- rodage 24/29
- bouchon polyéthylène

Fioles jaugées de 2000 ml

- forme standard
- verre borosilicaté
- gravure émaillée au four
- précision 0,60 ml
- rodage 24/29
- bouchon polyéthylène

Flacons d'incubation de 250 ml

- verre blanc de chimie
- col large 60 mm
- bouchon verre rodé à casquette

Flacons en verre de 100 ml

- verre borosilicaté
- bouchon à vis en phénoplaste
- joint d'étanchéité en PTFE

Four à souffler

- capacité de chargement : 5 litres
- température maximum : 900°C
- régulation continue de température
- précision $< \pm 0,5 \%$
- puissance électrique : 1800 W
- isolation en fibres céramiques
- sécurité coupant le chauffage à l'ouverture de la porte
- 1 plateau intermédiaire céramique
- cheminée d'évacuation des fumées
- 1 corps de chauffe de rechange

pHmètre de laboratoire

- gamme de mesure : 0-14 pH $\pm 0,01$ pH, 0-100°C $\pm 0,4$ °C
- compensation de température automatique et manuelle
- 3 solutions tampon en mémoire : 4-7-10
- calibrage automatique
- affichage numérique par cristaux liquides
- clavier de commande muni de touches étanches
- avec électrode combinée de pH et sonde de température

Pipettes de précision

- pipettes jaugées 1 trait
- verre borosilicaté
- volumes de 1,5, 10, 20, 25, 50 et 100 ml
- poire à pipeter, modèle pour pipettes de 3,5 à 10 mm de diamètre

Préleveur échantillonneur portable programmable

- volume de prélèvement réglable de 5 à 100 ml (précision $\pm 0,5$ ml)
- cadence de prélèvement réglable par minuterie ou par commande du débitmètre (prélèvements proportionnels au temps ou au volume)
- 24 flacons en polyéthylène de 1 litre
- prélèvement par pompe à vide avec purge sous pression avant prélèvement
- démarrage différé possible sur 24 heures
- batterie avec chargeur incorporé (autonomie de 1000 prélèvements)
- kit de pièces de rechanges
- batterie de rechange
- jeu de flacons de rechange

Rampe de minéralisation électrique

- six postes
- régulateur séparé pour chaque poste
- pour ballons matras de 300 ml
- puissance de 300 et 600 W
- avec collecteur de fumées et support

Réfrigérant à eau

- longueur utile : 300 mm
- rodage normalisé 24/29 à la base
- verre borosilicaté

Réfrigérant à eau pour distillateur

- longueur utile : 200 mm
- deux rodages normalisés 19/26
- verre borosilicaté

Réfrigérateur de 250 litres

- type domestique
- cuve intérieure inox
- 5 niveaux de stockage

Sonde de mesure polarographique

- avec trois membranes de rechange
- électrolyte et solution de nettoyage de l'anode
- 1,5 m de câble
- temps de réponse : 90 % de la valeur en moins de 10 secondes

Spectrocolorimètre

- monochromateur à réseau
- gamme de longueur d'onde : 330 - 900 nm
- précision ± 2 nm
- bande passante : ± 7 nm
- affichage numérique
- résolution 0,001 de densité optique
- zéro automatique
- source lumineuse : lampe tungstène halogène
- une lampe de rechange
- détection par photo cellule
- modes absorbance, transmittance, concentration et cinétique
- porte cuve 10 mm
- 6 cuve en verre 2 faces polies fenêtre de 10mm, hauteur 45 mm, avec parcours optique de 10 mm $\pm 0,01$ mm

Support de burette

- socle en fonte de 3 kg
- tige de 800x12 mm en acier nickelé
- pince pour deux burettes pour tige de 12 mm
- avec dispositif de visée pour éviter l'erreur de parallaxe

Thermomètre de précision

- gamme de mesure : -2 à +80°C
- divisions : 0,2°C
- longueur approximative : 400 mm

Trompe à vide

- acier inoxydable
- trompe de 3
- pression mini en amont : 1 bar
- débit sous 2 bars : 640 l/h

Tubes colorimétriques de 50 ml

- verre borosilicaté
- fond plat
- dimensions approximatives : 22x200 mm
- bouchon à vis et joint PTFE
- support pour tube de 25 mm à 20 trous (2x10)

Tuyau PVC transparent

- longueur 50 m
- diamètre intérieur 10 mm

-o-o-o-o-o-o-

ANNEXE 2

FOURNISSEURS DE MATERIELS DE LABORATOIRE
(LISTE NON EXHAUSTIVE)

ALLEMAGNE

E. MERCK (Matériels et produits de laboratoire)
Frankfurter strasse, 250, Postfach 4119,
6100 DARMSTADT
Tel: 49 06151/72-0 - Fax: 49 06151/72-2000 - Telex: 4193280

SCHOTT GERATE GMBH (Matériels et verrerie de laboratoire)
Postfach 1130
6238 HOFHEIM a. Ts.
Tel: 49 06192/2091-0 - Fax: 49 06192/8086

BELGIQUE

HACH EUROPE SA (Matériels et produits de laboratoire)
Chaussée de Namur 1,
5150 FLORIFFOUX
Tel: 32 81 44 53 81 - Fax: 32 81 44 13 00

BRESIL

GRUPO QUIMICA INDUSTRIAL LTDA (Produits chimiques de laboratoire)
Rua Jacuruta 826 - Penha
21020 RIO DE JANEIRO
Tel: 55 021 280 9040 - Telex: 021 34091

MARTE BALANCAS E APARELHOS DE PRECISAO LTDA (Balances électroniques)
04301 Av. Miguel Estefuo, 752/766
SAO PAULO - SP
Telex: 011 34318 MBAP BR

TECHNOW INSTRUMENTOS CIENTIFICOS LTDA (Matériels de laboratoire)
Avenida Dos Imares, 478,
CEP 04085 Indianapolis
SAO PAULO - SP
Tel: 55 011 542 19 11

DANE MARK

RADIOMETER ANALYTICAL A/S (Matériels d'électrochimie)
Krogshøjvej 49,
2880 BAGSVAERD
Tel: 45 31 69 63 11 - Fax: 45 44 49 00 11

ESTONIE

WATER TREATMENT PLANT /LABORATORY (Matériels de laboratoire)
Jarvevana Tee 3
200001 TALLINN
Tel: 372 557 850 - Fax: 372 22 556 973

FRANCE

BIOBLOCK SCIENTIFIC (Matériels de laboratoire)
Parc d'innovation - BP 11
67403 ILLKIRCH Cedex
Tel: 33 88 67 14 14 - Fax: 33 88 67 11 68

OMNIUM SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL (Matériels et produits chimiques)
141 rue de Javel
75739 PARIS Cedex 15
tel: 33 1 45 54 97 31 - Fax: 33 1 45 54 26 28

PROLABO (Matériels et produits chimiques de laboratoire)
12 RUE Pelée
75011 PARIS
Tel: 33 1 48 07 38 00 - Fax: 33 1 43 55 28 50

ROUCAIRE SA (Matériels de laboratoire)
20 Avenue de l'Europe, BP 65,
78143 VELIZY-VILLACOUBLAY Cedex
Tel: 33 1 39 46 96 33 - Fax: 33 1 30 70 87 20

INDE

SATYAJIT ENGINEERING INDUSTRIES PVT LTD (Balances électroniques)
SDF Building, Salt Lake Electronics Complex,
Salt Lake City
CALCUTTA - 700 091
Tel: 091 33 35 83 02/36 44 06/37 23 78 - Telex: 212 468 SULA IN

SYSTRONICS (Matériels d'électrochimie)
89-92 Industrial area
NARODA - 382 330
Ahmedabad
Tel: 091 272 81 32 17/81 34 17 - Telex: 121 386 SYS IN

THERELEK FURNACES PRIVATE LTD (Fours et étuves)
137 Mody street, 3rd floor, Fort
BOMBAY - 400 001
Tel: 091 22 261 53 59/261 18 44 - Fax: 091 22 287 26 40

SUISSE

METROHM LTD (Matériels d'électrochimie)
9101 HERISAU
Tel: 41 71 53 85 85 - Fax: 41 71 53 89 01

METTLER-TOLEDO (Balances électroniques)
8606 GREIFENSEE
Tel: 41 19 44 22 11 - Fax: 41 19 44 30 40

U.S.A.

EASTMAN CHEMICAL COMPANY (Produits chimiques de laboratoire)
1001 Lee road
ROCHESTER NY 14652-3512
Tel: 1 800 225 5352 - Fax: 1 800 879 4979

HACH Co (Matériels et produits chimiques de laboratoire)
PO Box 389
LOVELAND CO 80539
Tel: 1 800 227 4224 / 1 303 669 3050 - Fax: 1 303 669 2932

ORION RESEARCH INC (Matériels d'électrochimie)
529 Main Street, the Schrafft Ctr.
BOSTON MA 02129
Tel: 1 617 242 3900 / 1 800 225 1480 - Fax: 1 617 242 8594

ZIMBABWE

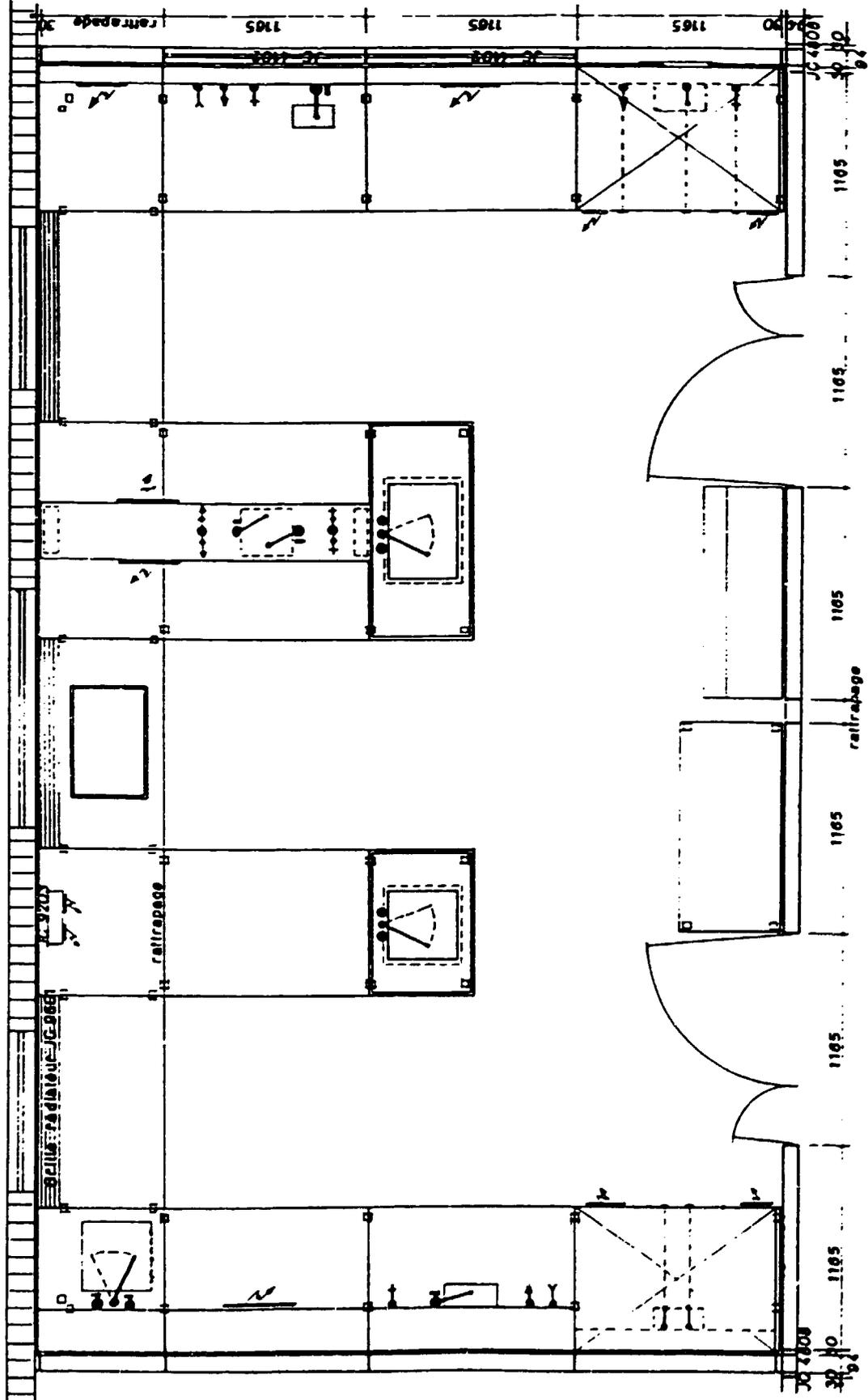
GLASS BLOWING INDUSTRIES LTD (Verrerie de laboratoire)
8 George Ave.
Msasa, PO Box AY 275 Amby
HARARE
Tel: 263 4 45674 - Fax: 263 4 48196

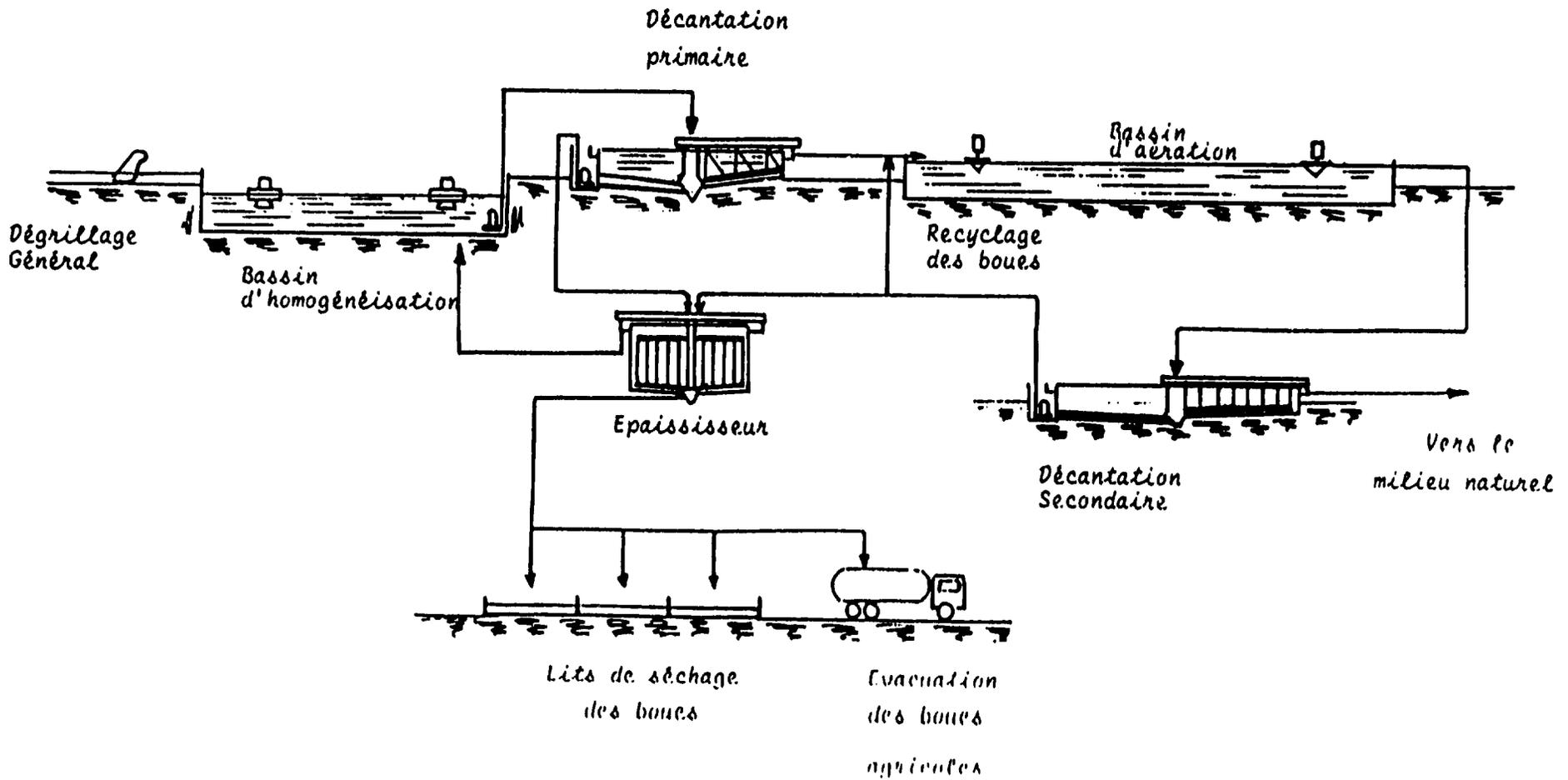
PHILIPS ELECTRICAL PVT LTD (Appareils d'électrochimie)
PO Box 994
HARARE
Tel: 263 9 47211 - Fax: 263 9 47966

-o-o-o-o-o-o-

ANNEXE 3

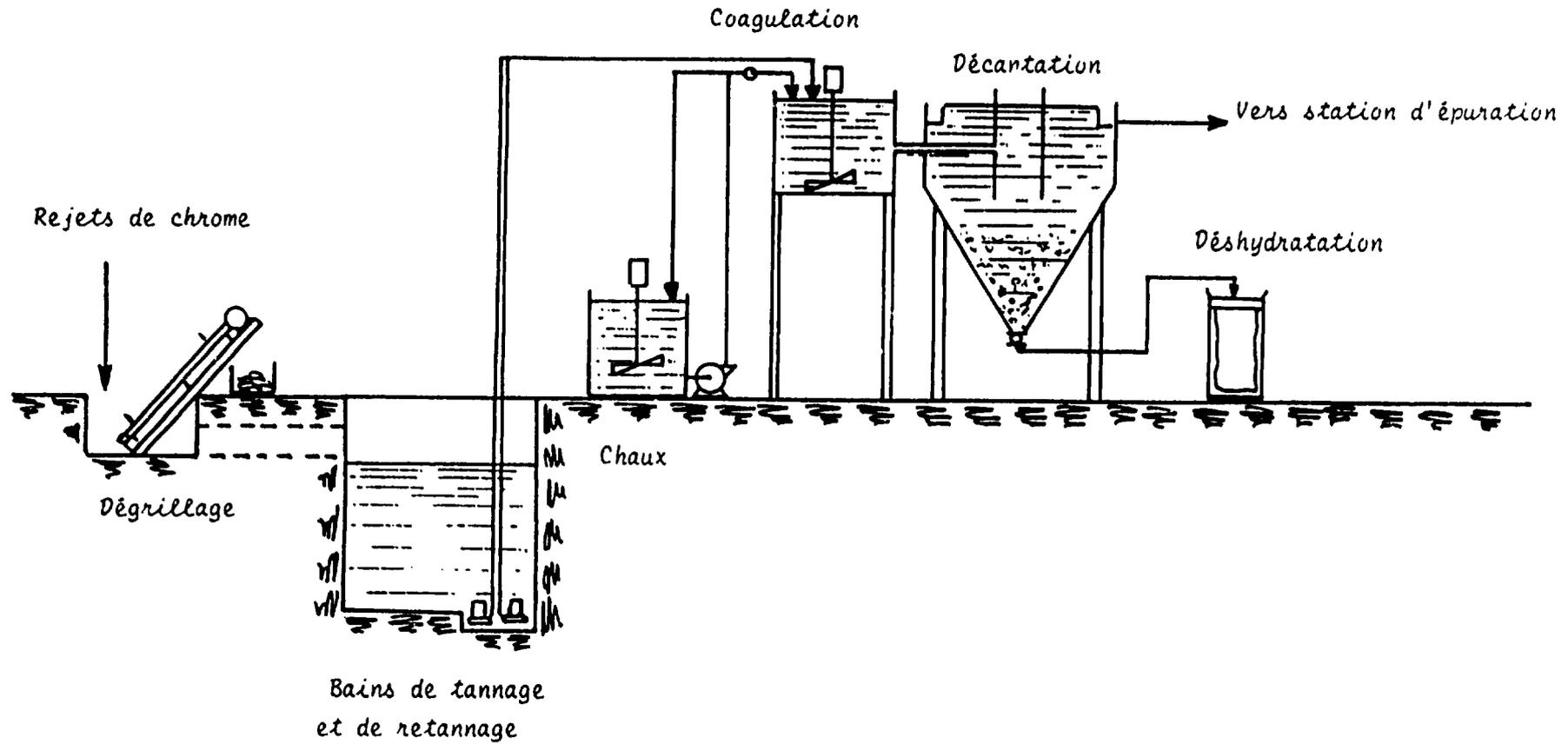
EXEMPLE D'IMPLANTATION REFERENCEE D'UN LABORATOIRE ET CLOISONS





SCHEMA GENERAL DE TRAITEMENT D'EAUX RESIDUAIRES

TRAITEMENT DES REJETS DE CHROME



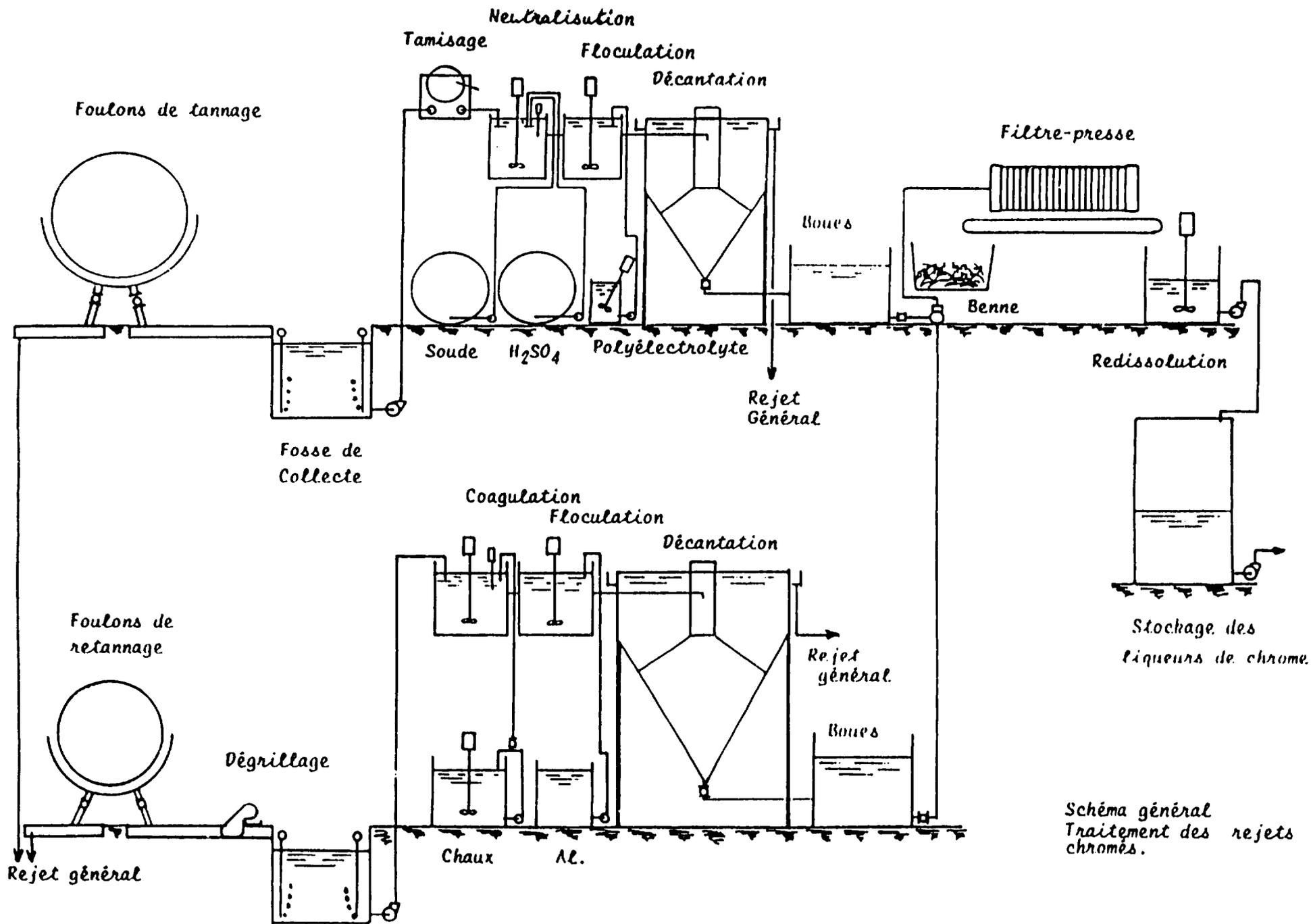


Schéma général
 Traitement des rejets
 chromés.

GLOSSAIRE

Azote global

C'est la somme de l'azote ammoniacal, de l'azote organique, et des formes oxydées de l'azote : nitrites et nitrates

Azote total Kjeldahl

C'est la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique.

Boues activées

Ce sont les boues flocculées ou en voie de flocculation, formées lors de l'aération des eaux résiduaires. par les micro-organismes qu'elles contiennent, ces boues sont capables de minéraliser les matières organiques présentes dans l'eau à épurer.

D.B.O.₅

La demande biochimique en oxygène mesurée sur 5 jours est la détermination analytique de la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader les matières organiques d'un effluent.

D.C.O.

La demande chimique en oxygène est la détermination analytique de la quantité d'oxygène consommée par voie chimique pour l'oxydation des matières organiques et de certaines matières minérales d'un effluent.

Matières oxydables M.O.

Ce sont les matières oxydables déterminées à la fois par la DBO_5 et par la DCO.

M.E.S.

Les matières en suspension sont les matières solides de diverse nature en suspension dans un liquide et susceptibles d'être séparées de celui-ci par filtration ou centrifugation.

Oxygène dissous

C'est la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. La proportion d'oxygène dissous varie en fonction de la température, de la salinité, etc.

pH

Le pH ou potentiel hydrogène indique le caractère acide (pour des valeurs inférieures à 7) ou basique (pour des valeurs comprises entre 7 et 14) d'une solution. Il est défini comme le cologarithme de la concentration en ions hydrogène.

Phosphore total

C'est la somme des différentes formes du phosphore, oxydées ou réduites, minérales ou organiques.

Résidu sec R.S.

C'est la quantité de matières solides totales présentes dans un effluent après évaporation à 105°C.