



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

06740-F

Distr. RESTREINTE

UNIDO/11D/355

26 juin 1975

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'INDUSTRIE

PRODIGES MINÉRIQUES ET PRODUITS NATURELS :

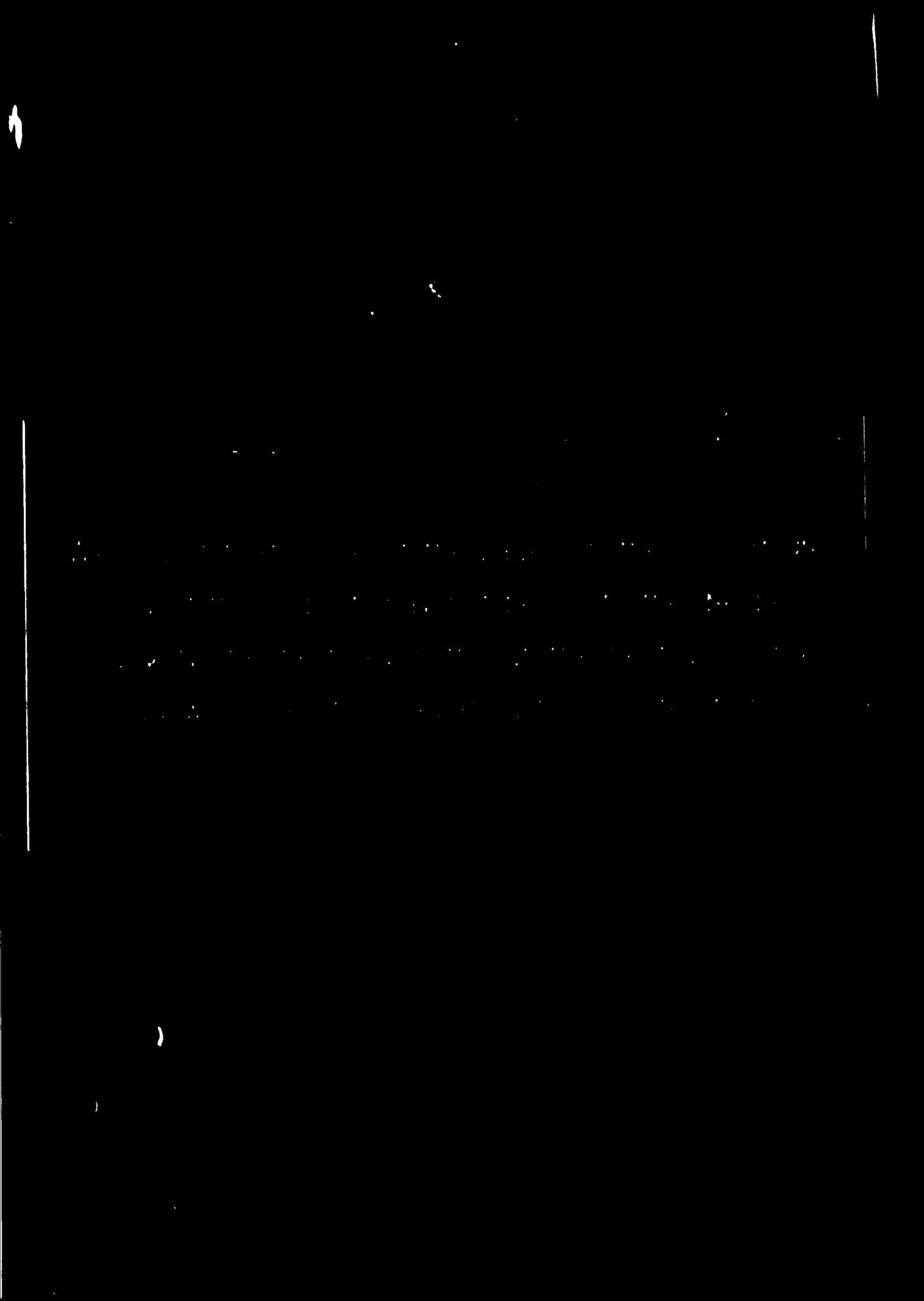
Etude pilote sur l'industrie du caoutchouc
et ses effets sur l'environnement

Etude de cas en Inde et au Royaume-Uni de Grande-Bretagne
et d'Irlande du Nord, établie au titre du programme commun ONU/DI/PNUB
de lutte contre la pollution industrielle

M.C. Verghese

et

A.V. Abraham



Notes explicatives

Le terme "dollar" s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

Les dates jointes par un trait d'union (-) (par exemple 1971-1973) délimitent une période donnée, y compris la première et la dernière année.

Les dates séparées par une barre transversale (/) désignent une année autre qu'une année calendaire.

L'unité monétaire indienne est la roupie. Au cours de la période d'exécution du projet, le taux de change pratiqué était de 7,50 roupies pour 1 dollar des Etats-Unis.

TABLE DES MATIERES

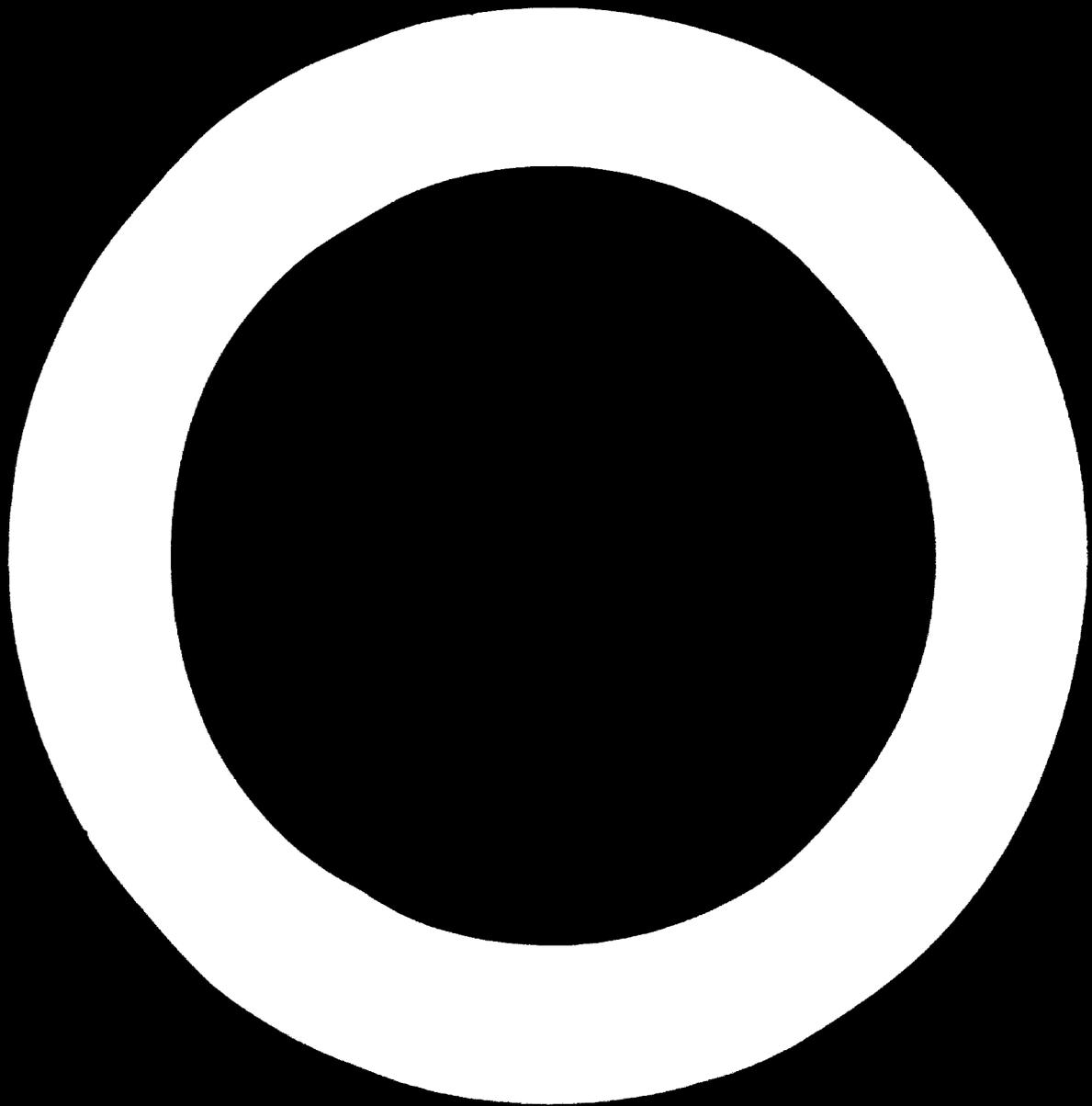
<u>Chapitre</u>	<u>Page</u>
INTRODUCTION	7
I. LA PRODUCTION DE CAOUTCHOUC NATUREL EN INDE	9
Etude générale de la culture de l'hévéa dans des plantations	9
Traitement du caoutchouc naturel	14
II. PRODUCTION DE CAOUTCHOUC SYNTHETIQUE : USINE DE BAREILLY, INDE	32
Généralités	32
Description du procédé et de la production	34
Effets sur le milieu et la santé	40
Aspects sociaux et économiques	48
III. PRODUCTION DE CAOUTCHOUC SYNTHETIQUE : USINE DE HYTHE, ROYAUME-UNI	51
Généralités	51
Description du procédé et de la production	52
Effets sur l'environnement	55
Effets sociaux et économiques	63
IV. ASPECTS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DU CAOUTCHOUC NATUREL ET DU CAOUTCHOUC SYNTHETIQUE	67
Coût de production	67
Investissements	67
Possibilités d'emploi	68
V. FABRICATION D'ARTICLES DE CAOUTCHOUC EN INDE	69
Produits manufacturés	70
Usine de pneumatiques No 1, région de Madras	72
Usine de pneumatiques No 2, région de Madras	91
VI. OPERATIONS DE RECYCLAGE	98
Usine de rechapage de Madras	98
Usine de régénération du caoutchouc près d'Arnakulam	103

<u>Chapitre</u>	<u>Page</u>
VII. LEGISLATION, PLANIFICATION ECOLOGIQUE ET COORDINATION DE L'ENVIRONNEMENT EN INDE	109
Legislation antipollution	109
Travaux exécutés par l'Institut indien de normalisation dans le cadre de la lutte contre la pollution de l'eau	111
Application des mesures antipollution	112
Comité national de planification et de coordination écologiques	113
Bureau de planification et de coordination écologiques	114
Institut national de recherche technique sur l'environnement	116
VIII. LEGISLATION ANTIPOLLUTION AU ROYAUME-UNI : DISPOSITIONS ACTUELLES ET MESURES ENVISAGEES	118
Types de pollution	118
Dépollution	119
IX. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	121
Production de caoutchouc naturel	121
Production de caoutchouc synthétique en Inde	123
Production de caoutchouc synthétique au Royaume-Uni	125
Fabrication d'articles en caoutchouc	126
Recyclage	130
L'industrie du caoutchouc : considérations générales	131

TABLEAUX

1.	A. Analyse de l'effluent déversé par l'usine de Kodimatha le 17 mai 1975	19
	B. Flore microbienne	19
2.	Analyse de l'eau du bac de traitement et des effluents de l'usine de caoutchouc en blocs de Palai, Etat de Kerala	26
3.	Résultats des analyses des effluents et des eaux d'éégout rejetés par l'usine de pneumatiques No 1	26

	<u>Page</u>
4. Résultats des analyses des eaux d'égout et des effluents de l'atelier de jantes, à l'usine de pneumatiques No 1	87
5. Résultats des analyses des eaux brutes utilisées par l'usine de pneumatiques No 2	93
6. A. Résultats des analyses des effluents de l'usine de pneumatiques No 2	94
B. Résultats de l'étude de la pollution de l'air	94
FIGURES	
I. Concentration du latex par centrifugation	17
II. Schéma des installations de concentration du latex	18
III. Graphique des phases successives de la production de caoutchouc en feuilles	25
IV. Graphique des phases successives de la production du caoutchouc en blocs compacts dans l'usine de la Palai Marketing Society	27
V. Schéma des opérations relatives à la production de caoutchouc synthétique à Bareilly	39
VI. Diagramme à rectangles du bilan hydrique	45
VII. Schéma de la circulation de l'eau dans une usine classique de pneus	80
CARTES	
1. Zones de culture de l'hévéa et villes importantes de l'Inde du Sud-Ouest	11
2. Situation de l'usine de caoutchouc synthétique à Bareilly (Inde)	33
3. Situation de l'usine de caoutchouc synthétique de Mythe, Royaume-Uni	54
4. Emplacement de l'usine de pneumatiques No 1, à Madras	74



INTRODUCTION

A la suite de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, tenue en Stockholm en 1972, l'Organisation des Nations Unies a créé le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). L'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et le PNUE exécutent actuellement un programme commun qui porte sur les effets écologiques de l'industrie dans les pays en développement.

L'un des projets entrepris conjointement par l'ONUDI et le PNUE s'intitule "Produits synthétiques et produits naturels : étude pilote sur l'industrie du caoutchouc et ses effets sur l'environnement". Ce projet a pour but d'étudier les effets de l'industrie du caoutchouc sur l'environnement, de déterminer la mesure dans laquelle les considérations écologiques doivent influencer le choix entre la production de caoutchouc naturel et celle de caoutchouc synthétique et d'examiner les procédés de fabrication ainsi que l'évacuation ou le recyclage des déchets. Des consultants ont rédigé des études détaillées sur certains aspects de la question et ces études ont été examinées par un groupe d'experts qui s'est réuni à Vienne en septembre 1974. Le groupe d'experts a recommandé notamment de faire une étude détaillée des effets écologiques de l'industrie du caoutchouc dans une ou deux régions déterminées parce que les rapports des consultants constituaient seulement une étude générale du problème.

Il a été décidé, en conséquence, de charger une équipe de deux experts d'étudier le problème dans deux pays : l'Inde, pays en développement gros producteur de caoutchouc naturel, de caoutchouc synthétique et d'ouvrages en caoutchouc, et le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, pays développé où l'industrie du caoutchouc synthétique existe depuis longtemps.

L'équipe a passé environ un mois (13 février-20 mars 1975) en Inde pour étudier les productions suivantes :

- Caoutchouc naturel
- Caoutchouc synthétique
- Ouvrages en caoutchouc
- Pneus rechapés
- Caoutchouc régénéré

L'équipe a aussi pris contact avec les départements ministériels compétents en matière de protection de l'environnement.

Elle a ensuite passé une semaine (31 mars-3 avril 1975) au Royaume-Uni pour étudier la production du caoutchouc synthétique, discuter avec des fonctionnaires des services de contrôle de la pollution, et s'informer des activités du Ministère de l'environnement.

L'équipe a également étudié dans les deux pays, la législation déjà appliquée, ou envisagée, en matière de protection de l'environnement.

Ne disposant que de peu de temps et d'argent, l'équipe n'a pu faire qu'une étude qualitative. Elle a dû aussi se fier aux analyses d'effluents fournies par les usines visitées, excepté dans un cas, celui d'une usine indienne pour laquelle le National Environmental Engineering Institute (NEERI) a accepté de procéder à l'analyse des effluents.

Le présent rapport se fonde sur les constatations de l'équipe d'experts. Il fait partie d'une série d'études de cas effectuées actuellement au titre du programme ONUDI/PNUE et qui portent notamment sur l'industrie chimique en Turquie, l'industrie textile en Thaïlande, l'industrie du ciment en Iran, une aciérie intégrée au Brésil et l'industrie chimique en Inde.

Nous remercions le Ministère indien de la science et de la technologie pour l'aide qu'il a fournie à l'équipe lorsqu'elle était en Inde, et l'Association britannique des fabricants de caoutchouc synthétique qui a bien voulu organiser pour l'équipe une visite dans une des grandes usines de caoutchouc synthétique du Royaume-Uni.

I. LA PRODUCTION DE CAOUTCHOUC NATUREL EN INDE

Etude générale de la culture de l'hévéa dans des plantations

Le caoutchouc naturel est obtenu à partir du latex de l'hévéa (hevea brasiliensis). Le latex est synthétisé par la nature dans l'arbre même. L'arbre doit être planté et il faut ensuite le cultiver pendant environ six ans avant qu'il ne commence à produire du latex. Pour extraire le latex on pratique une incision en V dans l'écorce, à un mètre environ du sol.

En Inde, l'hévéa n'est pratiquement cultivé que dans les Etats du Sud-Ouest, Kerala surtout et, dans une moindre mesure, Tamil Nadu et Karnataka. Les plantations d'hévéa sont situées pour la plupart entre les plaines littorales et les régions de haute montagne, dans une bande étroite d'environ 400 km de long, parallèle au Ghates occidentales. La quantité de pluie annuelle est importante et le climat est chaud et humide. La carte 1 montre les régions de culture de l'hévéa dans le sud-ouest de l'Inde.

Les petites exploitations occupent 69 % de la superficie plantée en hévéas. Une fédération coopérative de commercialisation a été créée récemment pour renforcer les coopératives organisées au bénéfice des petits exploitants.

L'Office indien du caoutchouc (Indian rubber Board) joue un rôle actif dans le développement de la culture de l'hévéa. Parmi les mesures qu'il a mises en oeuvre, on peut citer notamment des subventions pour la replantation, des prêts pour les nouvelles plantations, la vente à bas prix d'engrais et de fongicides, la distribution de semences à haut rendement et l'aide aux coopératives de commercialisation du caoutchouc.

Les activités de recherche et de développement de l'Office sont financées par une taxe de 30 paise (0,3 roupie ou 0,04 dollar) le kg, prélevée par le Gouvernement central sur tout le caoutchouc produit en Inde. Cette taxe rapporte annuellement environ 35 millions de roupies. L'Institut indien de recherche sur le caoutchouc (RRII), créé en 1955, a mené à bien des travaux de valeur : développement de clones à haut rendement, expérimentation sur les rendements et mise au point de fongicides bon marché. Il a également formulé des recommandations au sujet de la fumure. L'un des clones développés, le RRII 208, semble très prometteur, avec un potentiel de rendement

d'environ 400 kg à l'hectare alors que le rendement moyen est de 730 kg à l'hectare. Le IRII a aussi entrepris la culture de clones à des fins autres que des rendements élevés, notamment la résistance aux maladies, à la sécheresse et au vent, et une vouûte de feuillage appropriée. Il a contribué au lancement de la production de caoutchoucs répondant à des spécifications techniques, aidant ainsi les petits planteurs à améliorer la qualité de leur caoutchouc.

Emploi et conditions de travail

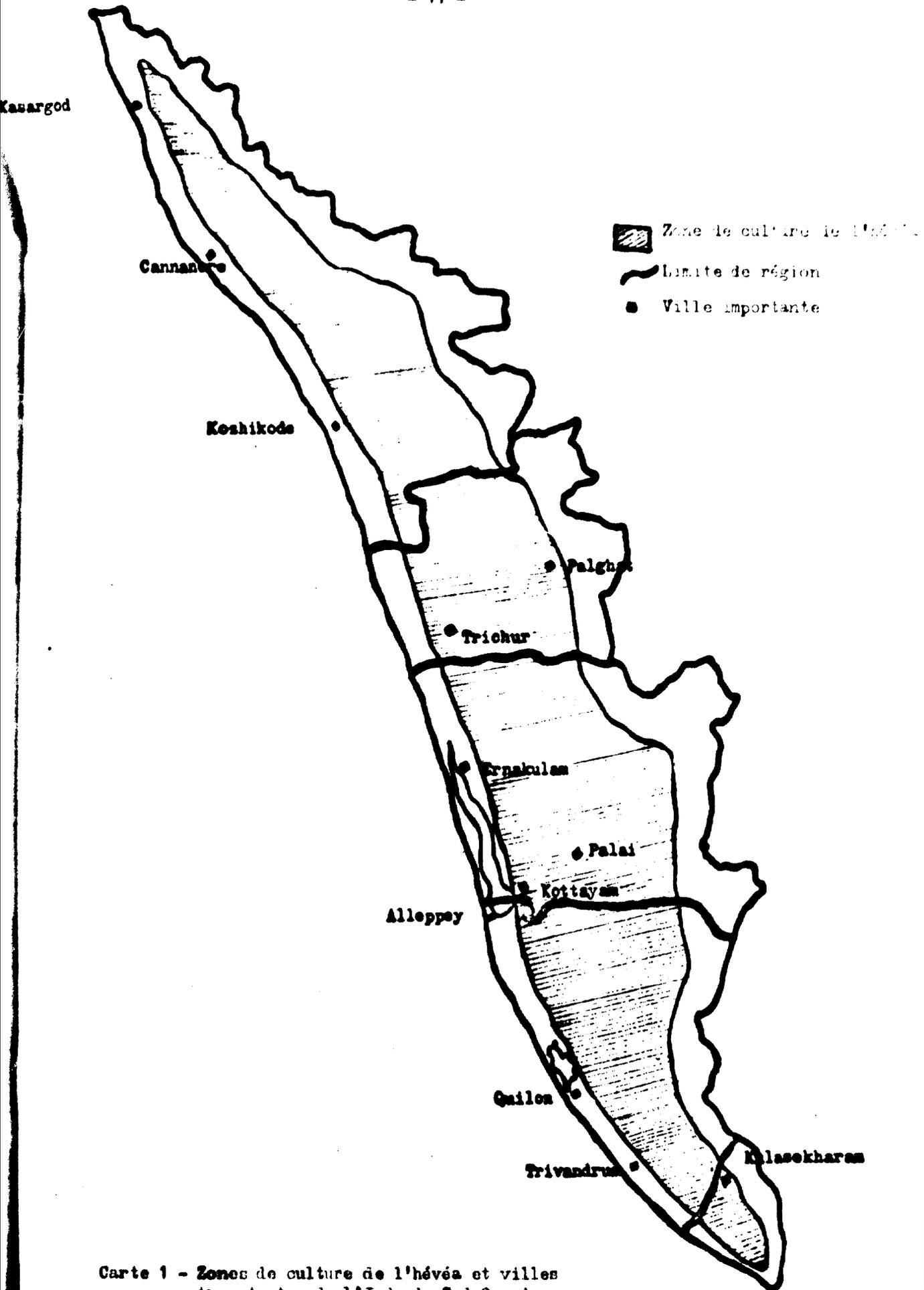
En 1974, la population du Kerala s'élevait à 2 275 000 habitants et le nombre des personnes vivant de la culture de l'hévéa - propriétaires de plantations, ouvriers et familles - était évalué à 1 450 000, soit 6,37 % de la population totale.

L'un des objectifs de l'Office du caoutchouc est d'améliorer les conditions de travail des ouvriers. L'industrie du caoutchouc naturel est une source importante d'emplois au Kerala, Etat peu industrialisé.

La culture de l'hévéa occupe plus de 150 000 personnes. Des hommes, des femmes et des adolescents sont employés dans les plantations. Autrefois, on employait aussi des enfants, mais aujourd'hui la loi l'interdit. Les hommes représentent 67 % de la main-d'oeuvre, les femmes 30 % et les adolescents 1 %. Les trois principales catégories de travailleurs sont les récolteurs de latex (50 % de l'effectif global de ces trois catégories, les travailleurs non spécialisés (40 %) et les ouvriers d'usine (10 %).

Quelques-uns des avantages dont bénéficient les travailleurs des plantations sont indiqués ci-après.

Un programme d'octroi de bourses aux enfants des travailleurs des plantations a été lancé en 1957/58. Cette année-là 128 bourses ont été accordées et en 1972/73 1 185. Les montants payés au titre du programme sont passés de 1 428 roupies en 1957/58 à 177 353 roupies en 1972/73.



Carte 1 - Zones de culture de l'hévéa et villes importantes de l'Inde du Sud-Ouest

L'Office accorde des subventions aux hôpitaux pour la construction de salles réservées aux travailleurs des plantations d'hévéas. En 1974, huit hôpitaux avaient déjà bénéficié de ces subventions et le montant total de celles-ci s'élevait à 287 486 roupies. Aux termes de la loi de 1951 sur le travail dans les plantations, il incombe à l'employeur de mettre des services médicaux à la disposition des travailleurs. La loi s'applique aux plantations d'hévéas d'une superficie égale ou supérieure à 10,1 hectares, mais 97 % des plantations n'atteignent pas cette superficie. L'Office a donc lancé un programme de secours aux travailleurs nécessiteux et à ceux qui sont au régime de la longue maladie.

L'Office envisage actuellement de créer des foyers pour les orphelins et pour les adultes indigents.

Il a créé une école pour former les récolteurs de latex. Six cents personnes sont déjà passées par cette école. La formation dure huit semaines; les stagiaires sont logés gratuitement et reçoivent une petite allocation journalière.

En Inde, les relations entre employeurs et salariés paraissent meilleures dans les plantations de caoutchouc que dans les industries manufacturières. Il existe un système de consultations qui fonctionne de façon très satisfaisante. Les travailleurs des plantations bénéficient d'un salaire minimum garanti auquel s'ajoutent des primes de rendement. Ils ont été les premiers en Inde à recevoir une prime de fin d'année ainsi qu'une somme globale à titre de retraite.

La tendance actuelle au morcellement des domaines risque d'affecter les conditions de vie des travailleurs, notamment en ce qui concerne le logement, l'hygiène et la santé.

Un autre problème va se poser lorsque les enfants des travailleurs des plantations arriveront au terme de leur scolarité et seront en âge de travailler : certains ne voudront peut-être pas travailler sur les plantations et, pour ceux qui y seraient disposés, il n'y aura peut-être pas d'emplois.

Effets sur l'économie nationale

En 1972/73, la production de caoutchouc naturel au Kerala a atteint 106 000 tonnes, soit une valeur de 500 millions de roupies. Au cours de la même année, le produit intérieur net de cet Etat s'est élevé à 14 milliards 460 millions de roupies aux prix courants, le caoutchouc ayant représenté 3,5 % de ce montant.

Au cours des 25 dernières années, la superficie totale des plantations d'hévéas est passée de 63 000 à 212 000 hectares, augmentant ainsi de 236 %, ce qui est considérable. La production de caoutchouc est passée de 15 000 à 112 000 tonnes, soit un accroissement de 647 %. La productivité, calculée en rendement à l'hectare est passée de 320 kg/ha à 730 kg/ha, soit un accroissement de 128 %. L'Inde n'importe plus de caoutchouc naturel.

Effets sur l'environnement

Des conditions agroclimatiques favorables à la culture de l'hévéa existent au centre de la partie sud-ouest de l'Inde. Cette région se compose de coteaux et de monticules de dimensions variées, séparés par des vallons. L'hévéa est déjà la principale culture, et l'on admet que la création de nouvelles grandes plantations nuira aux cultures vivrières, le tapioca en particulier qui est après le riz le principal aliment consommé dans la région, mais l'extension de la culture de l'hévéa doit cependant être considérée comme souhaitable du point de vue écologique pour les raisons suivantes :

- a) Les méthodes scientifiques de culture de l'hévéa permettent de faire pousser des légumineuses sous les arbres, ce qui stabilise le sol;
- b) Dans cette zone, les cultures vivrières permanentes provoquent une érosion du sol;
- c) L'hévéa cultivé selon les plus récentes méthodes scientifiques, qui comportent des techniques de conservation des sols, peut être plus utile pour le reboisement que quelques-unes des essences forestières généralement plantées dans la région;

- d) Les hévéas purifient l'atmosphère en absorbant de l'oxyde de carbone et en libérant de l'oxygène;
- e) Les seules ressources non renouvelables consommées dans la culture de l'hévéa sont les engrais et les produits chimiques utilisés pour stimuler la croissance.

Traitement du caoutchouc naturel

Le travail du latex aboutit à l'obtention des produits suivants :

- Latex conservé, plus ou moins concentré;
- Feuilles fumées nervurées;
- Caoutchouc en blocs;
- Crêpe de différentes qualités.

Latex conservé, plus ou moins concentré

L'équipe a visité deux usines d'une entreprise privée appartenant presque entièrement à une famille du Kerala. L'une des usines est située à Kodinatha, l'autre à Chenappady. La seconde possède sa propre plantation, d'une superficie d'environ 120 hectares. Toutes deux produisent surtout du latex concentré par centrifugation; leur capacité annuelle combinée est de 6,5 millions de litres de latex concentré à 60 %. Elles emploient 213 personnes au total.

Procédé et production

Le latex frais fourni par les hévéas contient 30 à 40 % de caoutchouc sec, 3 % de constituants non-caoutchouc et de l'eau. Comme le lait, le latex constitue un milieu excellent pour la croissance de bactéries et se coagule donc par fermentation lorsqu'on le laisse reposer. On lui ajoute des agents de conservation pour empêcher l'action bactérienne et le stabiliser; le produit le plus généralement utilisé est une solution d'ammoniac à 0,7 %, mais on peut utiliser divers produits chimiques contenant environ 0,2 % d'ammoniac pur.

Certains articles en caoutchouc peuvent être fabriqués à partir du latex de plantation conservé, mais il est peu économique d'emballer et de transporter sur de longues distances du latex peu concentré. Le latex de plantation conservé n'est donc commercialisé que sur le marché local. Lorsqu'une partie de l'eau a été éliminée, l'emballage et le transport sont plus économiqnes et le latex concentré est une des principales formes sous lesquelles le caoutchouc naturel est commercialisé.

Dans le procédé centrifuge, le latex est soumis à une force centrifuge dans le séparateur et séparé en deux fractions, la crème qui contient 60 % de caoutchouc sec et le skim latex (résidu de latex) qui en contient 5 à 10 %. Il y a plus de constituants non-caoutchouc dans le skim latex que dans la crème.

La figure I est un graphique des phases successives de la production de latex concentré.

Les données relatives à la production journalière de chacune des deux usines sont les suivantes :

Matières premières - 110 barils contenant chacun 205 litres de latex de plantation, ammoniacé et décanté;

Production - 50 barils, ou 10 tonnes, de latex concentré à 60 % et 60 barils de skim latex, sous-produit contenant environ 10 % de caoutchouc sec;

Consommation d'eau - 90 000 litres pour le lavage du skim latex et sa transformation en skim crêpe.

L'usine de Chenappady récolte environ 15 barils de latex par jour sur sa propre plantation et en achète 95 à des plantations situées dans les districts d'Iddikki et de Kottayam. Le latex fourni par ces plantations a une teneur normale en caoutchouc sec de 30 à 40 %. La figure II est un schéma des installations de centrifugation de la première usine.

Les machines, des centrifugeuses de type Laval, sont les mêmes dans les deux usines. La seule différence est que, dans la première usine, on utilise des pompes élévatoires pour faire passer le latex des bacs de décantation aux bacs d'alimentation et du bac de réception de la crème au bac d'emmagasinage alors que, dans la deuxième usine, tous les transvasements se font par gravité, au moyen de la pente naturelle du terrain sur lequel est bâtie l'usine.

On envisage de fabriquer des mélanges maîtres de noir de carbone et de caoutchouc naturel. Cette matière qui n'est pas encore fabriquée en Inde, sera utile aux fabricants de pneus. Le mélange maître peut être ajouté directement au mélange, ce qui réduit la durée du mélangeage et accroît par conséquent la capacité du mélangeur. La consommation d'électricité peut aussi être réduite dans les usines de pneus et le fait qu'il ne sera plus nécessaire de manier le noir de carbone libre, produit salissant, permettra de résoudre le problème de la pollution et celui du nettoyage des locaux.

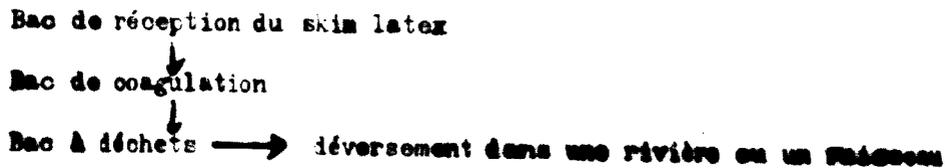
Effets sur l'environnement

Emissions gazeuses

L'odeur dégagée par la putréfaction des protéines et autres constituants non-caoutchouc du skim latex est un des principaux problèmes. Les exhalaisons de l'usine, le Kouimatha sont senties aux environs. L'odeur est particulièrement forte lorsqu'on traverse le pont de la grand-route qui longe l'usine. A l'intérieur de l'usine, l'odeur est moins forte lorsque les installations fonctionnent parce qu'elle est alors combattue par l'odeur de l'ammoniac utilisé pour les opérations de traitement. L'action physiologique de l'ammoniac est bien connue. Aucun effet nocif n'a été signalé.

Effluents

Le problème des effluents se pose au moment où le skim latex sort des centrifugeuses dans lesquelles il a été séparé du latex concentré. L'itinéraire du skim latex est le suivant :



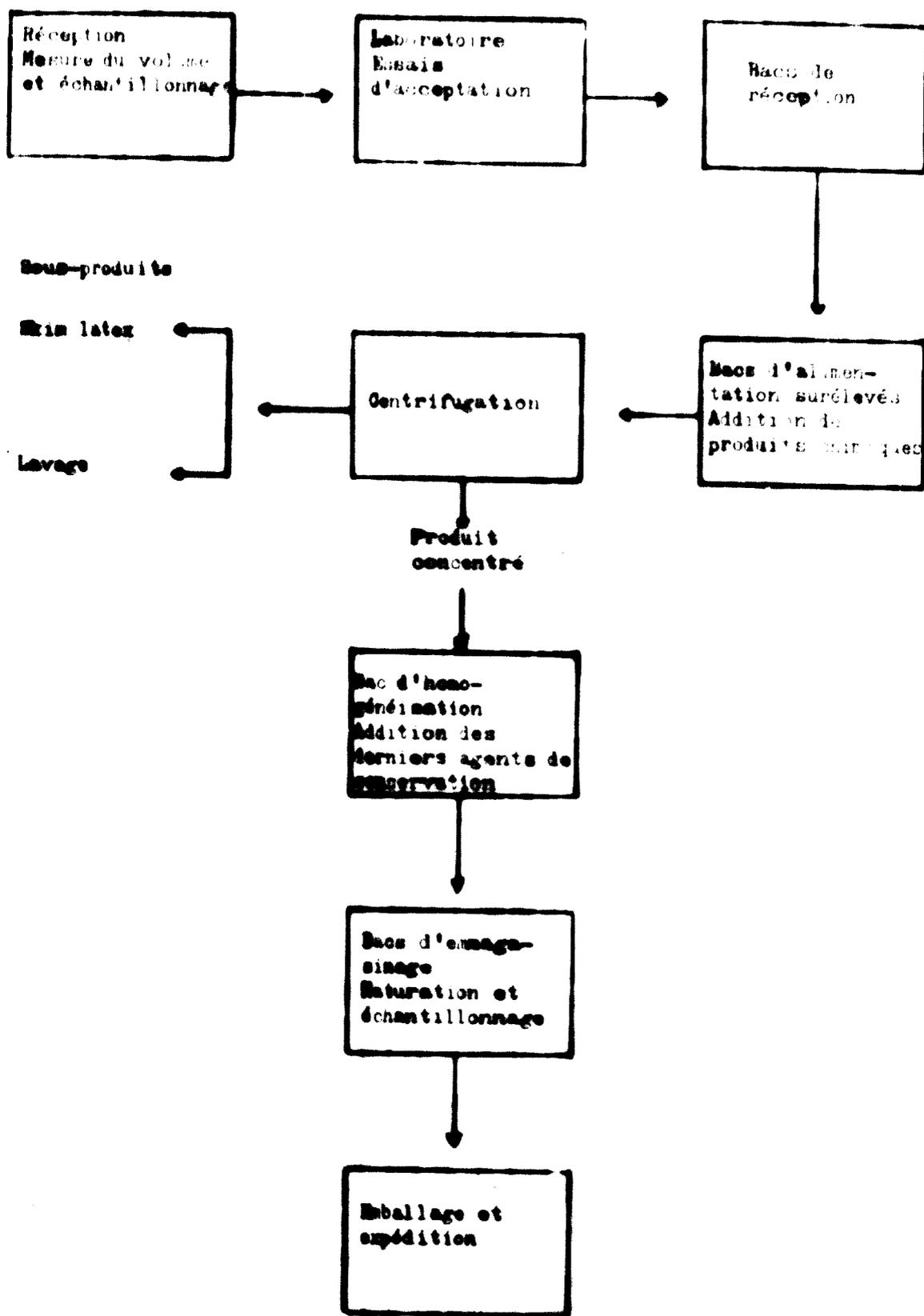
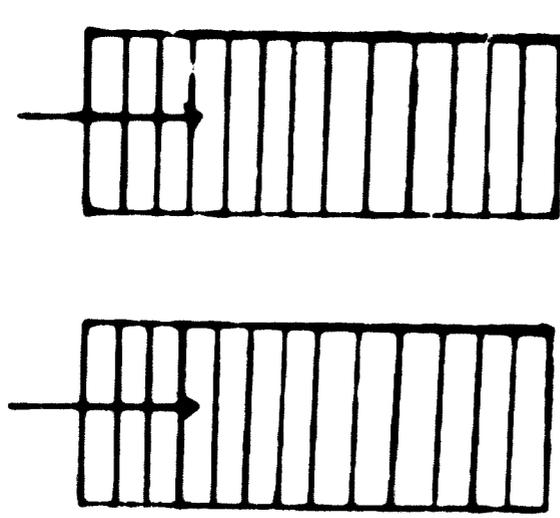


Figure 1 - Concentration du latex par centrifugation

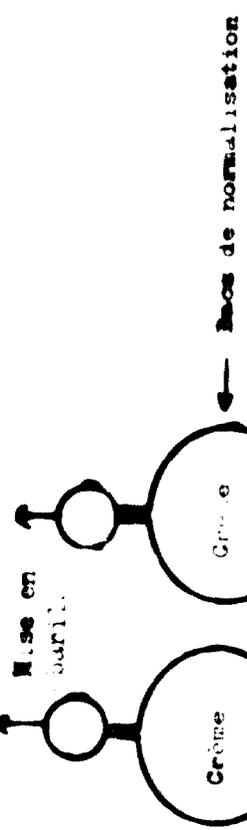
Plate-forme de déchargement

Barils de latex de concentration normale



Chargement et expédition

Mise en barils



Machine de lavage

Bacs d'alimentation

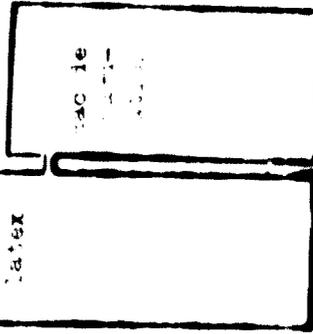
Bacs à évaporation

Bacs à pression

Machine à vapeur

Bacs de séchage latex

Installation de séchage



Bacs de réajustement

Bacs pour



Le skim latex sortant des centrifugeuses est recueilli dans des bacs puis amené dans le bac de coagulation où il se coagule sous l'action d'acide sulfurique dilué. Le siccot liquide restant après la coagulation s'écoule dans des bacs à déchet.

Il existe trois bacs à déchets situés au même niveau dans la première usine, alors que, dans la seconde, les bacs sont situés à des niveaux différents et les déchets s'écoulent de l'un dans l'autre à travers des filtres sous l'effet de la gravité. Dans les deux cas, les bacs à déchets sont situés en plein air, à l'extérieur du bâtiment principal.

À l'usine de Kodimatha, les déchets après avoir été aérés naturellement, sont déversés des bacs dans un canal privé qui traverse un terrain appartenant à l'entreprise et qui débouche dans la rivière Kadoor. Cette rivière, qui a de l'eau toute l'année, se jette dans le lac Vempanad situé à 4 ou 5 km de là. De mai à octobre, les pluies de la mousson font déborder la rivière dans les rivières voisines. Pendant cette saison, le niveau de concentration des effluents dans l'eau est insignifiant mais, le reste de l'année, des vérifications doivent être opérées. Le tableau 1 donne une analyse de l'effluent. Aucune plainte de personnes étrangères à l'usine n'a été signalée.

Tableau 1 A. Analyse de l'effluent déversé
par l'usine de Kodimatha le 17 mai 1975

<u>Essai</u>	<u>Résultats</u>
Couleur	Blanc crémeux
Odeur	Odeur de moisi
Aspect	Liquide visqueux et trouble
Réaction	Très acide - il a fallu 1,6 ml de 1 N NaOH pour neutraliser 10 ml de l'échantillon
Teneur totale en solides	5,1595 g/100 ml
Azote ammoniacal	4,404 mg/ml
Total de l'azote	4,732 mg/ml
Sucre réducteur	0,52 mg/ml
Demande biochimique d'oxygène DBO	7 681 ppm (parties par million)

B. Flore microbienne

On a observé seulement des levures en forme de bâtonnets et quelques bactéries sphériques (cocci).

La neutralisation avec de la chaux a provoqué la formation d'un précipité blanc et le liquide est devenu brun.

A l'usine de Chenappadi, l'effluent des bacs à déchets est amené par un réseau d'égouttement dans des fosses peu profondes creusées dans la plantation appartenant à la firme. La rivière Manimalai, dont les eaux sont basses pendant l'été, longe la plantation et le terrain de l'usine. Une certaine quantité d'effluents filtre à travers la terre jusqu'à cette rivière. Pendant la mousson, la rivière est en crue et les infiltrations n'ont aucun effet appréciable. Les villageois qui se baignent dans la rivière et utilisent son eau pour arroser leurs champs et pour abreuver leur bétail n'ont jamais formulé de plaintes. On estime que les infiltrations d'effluents enrichissent le sol des terrains voisins de la plantation d'hévéas. (Voir photographie)

Les effluents des usines de traitement du latex sont polluants et les analyses publiées montrent que ceux des usines fabriquant du latex concentré contiennent la plus forte concentration de matières nuisibles absorbant de l'oxygène.

Selon les études, les effluents des usines de traitement du latex peuvent être suffisamment purifiés pour être déversés sans aucun effet nuisible dans les rivières et les ruisseaux : il suffit d'exposer l'effluent à l'air et au soleil et de l'ensemencer ensuite avec une culture d'algues appropriée, de préférence un inoculum contenant des chlorelles comme espèce dominante.

Déchets solides

Le latex coagulé provenant des bacs de coagulation est utilisé pour fabriquer du caoutchouc-crêpe. A l'usine de Kodimatha, le caoutchouc-crêpe est fabriqué dans une unité située de l'autre côté de la rivière, alors qu'à Chenappady, cette opération se fait dans l'enceinte de l'usine. L'équipement nécessaire est une batterie de premières crêpeuses, de crêpeuses et de cylindres surfaceurs.

La boue qui se dépose dans les bacs de réception et de décantation du latex contient surtout des phosphates ammoniac-magnésiens et des particules de caoutchouc. Ces bacs sont vidangés périodiquement. Si l'on sèche la boue et si on la fait passer dans une machine à granuler spéciale, on peut en extraire les phosphates ammoniac-magnésiens et les particules de caoutchouc. En pratique, la boue est vendue à des petits commerçants qui récupèrent le caoutchouc qu'elle contient.



Un des bacs de décantation avec à l'arrière-plan
la rivière partiellement à sec

La boue qui se forme dans les paniers des centrifugeuses est, elle aussi, rassemblée périodiquement au moment des nettoyages. Chacune des deux usines en recueille en moyenne 10 à 15 kg par jour.

Recommandations

L'installation de goulottes fermées entre les centrifugeuses et les bacs de recueil de la crème réduira l'émission d'ammoniac dans l'air, ce qui présentera un double avantage : pollution réduite et moindre perte d'ammoniac.

L'utilisation d'une solution aqueuse de formaldéhyde peut diminuer la puanteur en réduisant la putréfaction, mais il convient de souligner que cette puanteur a une certaine utilité puisqu'elle indique que le niveau de la demande biochimique d'oxygène dans la rivière est élevé.

La méthode Dunlop de traitement du skim latex avec un enzyme (la trypsine) diminue la puanteur et donne en outre un caoutchouc de meilleure qualité. Cette méthode permettrait de réduire le niveau de la demande biochimique d'oxygène de l'effluent, mais elle est malheureusement coûteuse.

Certains spécialistes recommandent la méthode de coagulation biologique assistée parce qu'elle permet d'extraire du skim latex un caoutchouc de meilleure qualité et aussi parce qu'elle est meilleur marché. On ajoute au skim latex des matières sucrées comme la mélasse ou des déchets d'ananas pour favoriser la fermentation qui provoque la coagulation. L'odeur dégagée est pire. Cette méthode est encore peu utilisée.

Feuilles fumées nerrurées

Brève description du procédé

A l'heure actuelle, la majeure partie du caoutchouc naturel produit en Inde est vendu sous forme de caoutchouc en feuilles. La mise en feuilles est le seul procédé utilisable par les petits planteurs. Les principales opérations sont les suivantes :

- Réception du latex de plantation;
- Filtrage du latex de plantation;
- Après mesure de la teneur en caoutchouc sec de l'échantillon et décantation des petites particules de sable, normalisation par dilution avec de l'eau pour amener la teneur en caoutchouc sec à 12,5 %;
- Addition d'acide formique ou acétique dilué dans des bacs de dimensions courantes (si les bacs sont grands, on y place des partitions) et coagulation complète;
- Passage d'un courant d'eau dans les bacs après la coagulation;
- Acheminement du coagulat vers un train de laminoirs; le train le plus simple comprend deux petits laminoirs, dotés l'un de deux cylindres lisses, l'autre de deux cylindres cannelés;
- Lavage des feuilles dans un bac de lavage;
- Séchage des feuilles à l'ombre pendant trois ou quatre heures;
- Séchage des feuilles dans le séchoir/fumoir pendant quatre à cinq jours à une température de 49° à 60°C, ou séchage à l'air dans un hangar;
- Triage et emballage.

Le plus petit exploitant peut effectuer toutes ces opérations chez lui en utilisant des cuvettes en aluminium pour la coagulation, un jeu de cylindres à main pour la mise en feuilles et la cuisine de la maison pour l'enfumage. Cette méthode ne permet cependant pas de produire des feuilles de bonne qualité. D'abord, le petit planteur n'a pas les moyens de normaliser le latex et son homogénéisation; ensuite, les feuilles peuvent être salées ou contaminées, et l'enfumage ou le séchage dans la cuisine sont effectués sans contrôle adéquat. Les feuilles produites sont de qualité médiocre et se vendent à bas prix. On évalue à 80 000 le nombre des plantations de moins d'un hectare. Dans les grandes plantations, on considère que la mise en feuilles n'est pas une opération rentable.

La production et la commercialisation des feuilles nervurées présentent beaucoup d'inconvénients. Les feuilles nervurées ne peuvent être triées que d'après l'apparence, méthode peu sûre, qui ne permet pas un classement adéquat. Les feuilles manquent d'uniformité; on y trouve souvent de la boue, du sable et d'autres corps étrangers. Les coûts de production sont élevés. Un bon séchage exige beaucoup de temps. Il est difficile de stocker les feuilles longtemps, à cause de leur humidité notamment. Les coûts de transport, de manutention et de stockage sont élevés. Les emballages sont peu attrayants.

Effets sur l'environnement

L'eau de lavage se répand partout dans les habitations des petits planteurs qui utilisent la méthode décrite ci-dessus. Le sérum, généralement jeté à l'extérieur de la maison, dégage une odeur aientour. Comparé au skim latex des centrifugeuses, le sérum de coagulation contient moins de constituants non-caoutchouc.

La fumée qui sort de la chambre de fumée - mélange de fumée, de vapeur d'eau et d'air - est émise à une certaine hauteur. Aucun problème n'a été signalé.

Les boues du bac d'homogénéisation et les déchets recueillis dans les tasses de récolte et sur les arbres sont vendus comme scrap à des petits commerçants qui les revendent à des usines de crêpe ou à des fabricants d'articles en caoutchouc.

La figure III représente un graphique des phases successives de la production de caoutchouc en feuilles.

Caoutchouc en blocs compacts

La production de caoutchouc naturel en blocs compacts constitue une innovation très importante puisqu'elle permet de commercialiser le caoutchouc naturel sous la même forme que le caoutchouc synthétique et que les blocs compacts de caoutchouc ne présentent pas les inconvénients des feuilles fumées nervurées.

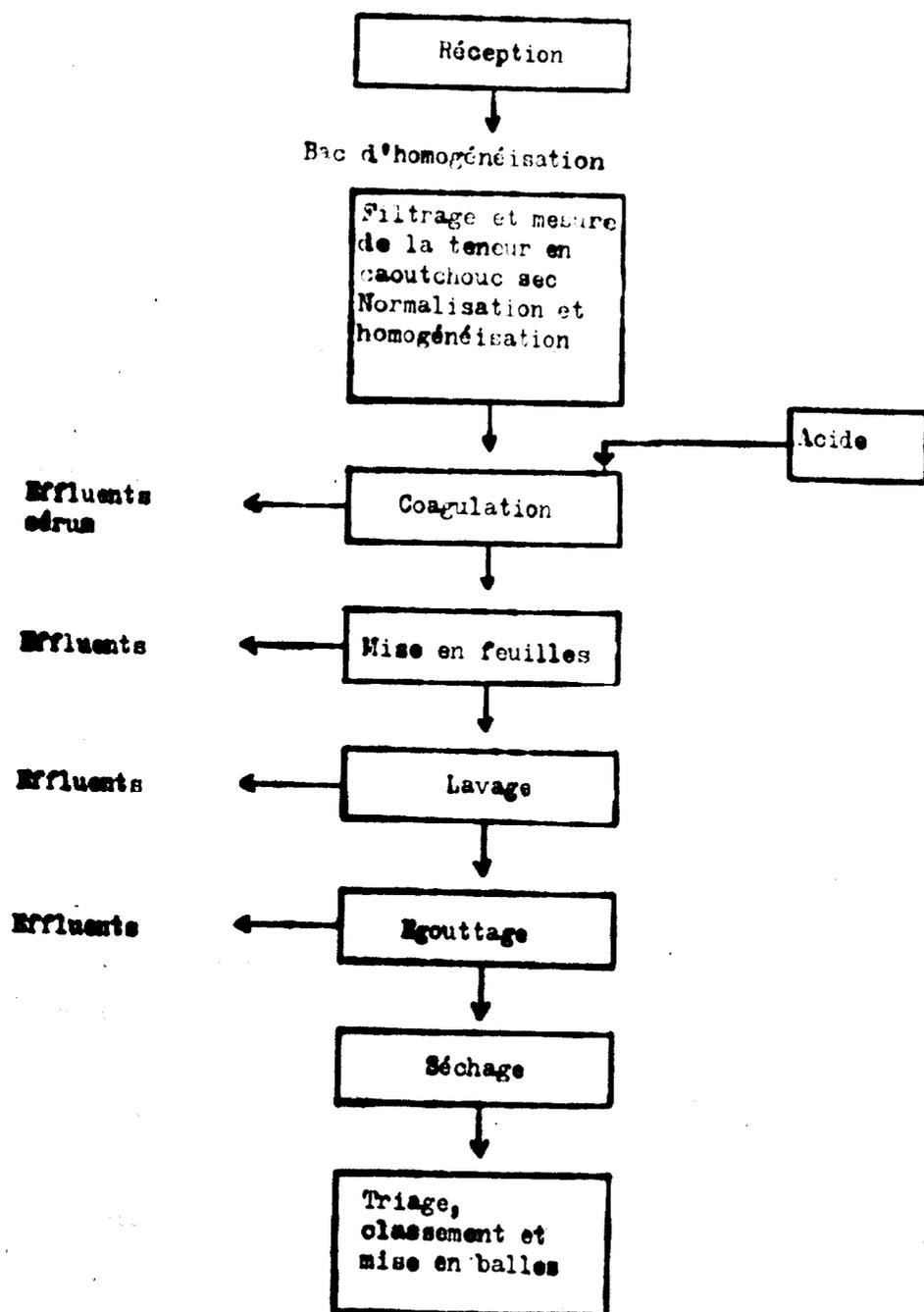


Figure III - Graphique des phases successives de la production de caoutchouc en feuilles

Brève description du procédé

L'équipe a visité l'usine appartenant à la Palai Marketing Society, société coopérative installée à Palai, dans l'Etat de Kerala. La société achète du latex de plantation et des déchets de caoutchouc aux petits planteurs en passant par un commissionnaire. Elle possède des bacs de coagulation dans lesquels le latex est transformé en coagulat. Le coagulat est ensuite transporté à l'usine pour y être transformé en blocs compacts de caoutchouc.

Les principales opérations de traitement sont les suivantes : a) réduction de volume; b) élimination de l'eau; c) élimination de la boue; d) séchage; e) pressage et mise en balles; f) classement. Les trois premières opérations sont effectuées en même temps. Une batterie de machines, à savoir des crépeuses à cylindres et un broyeur à marteau, désintègrent le coagulat ou les déchets en granules et éliminent en même temps la boue et l'eau. Les granules sont acheminés ensuite vers des séchoirs où la température est maintenue à 100°C environ. La durée du séchage dépend de la dimension des granules, elle se situe généralement entre quatre et huit heures. On fait passer les granules séchés dans une presse hydraulique lorsqu'ils sont chauds (60°C). Les balles formées pèsent 25 ou 50 kg. On prélève des échantillons sur quelques balles représentatives et on les soumet à des essais pour déterminer leurs spécifications techniques. Le classement se fait d'après les résultats des essais. Les balles sont ensuite enveloppées dans une feuille de polythène, emballées et commercialisées.

La figure IV représente un graphique des phases successives de la production du caoutchouc en blocs compacts.

Les avantages de ce procédé sont les suivants :

- Uniformité et qualité standard du produit;
- Amélioration de l'apparence;
- Facilité de transport, d'entreposage et de manutention;
- Tous les produits des plantations peuvent être utilisés comme matières premières : coagulat de latex, scrap de basse qualité, etc.;
- Réduction des coûts de main-d'oeuvre et d'énergie.

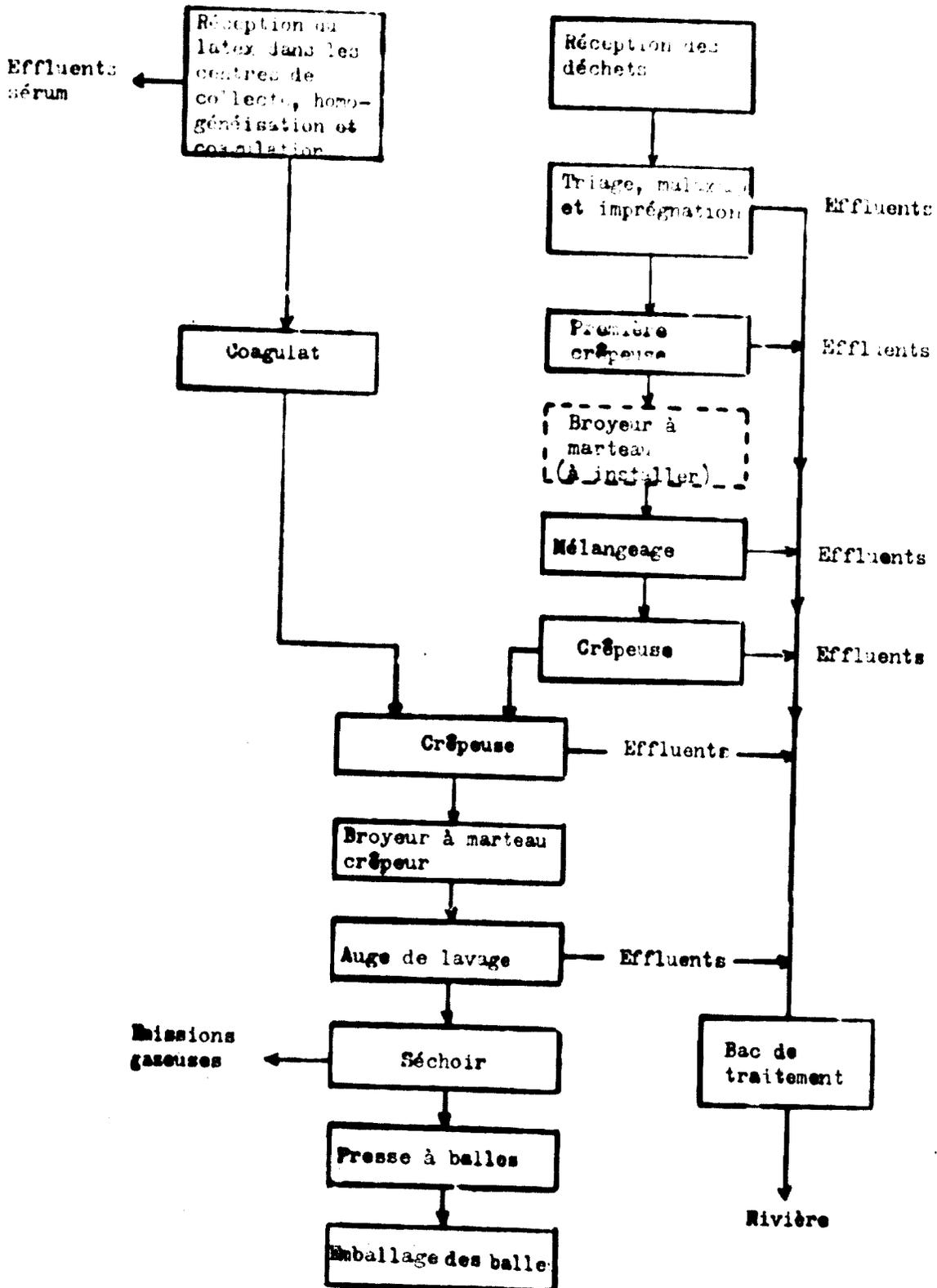


Figure IV - Graphique des phases successives de la production du caoutchouc en blocs compacts dans l'usine de la Palau Marketing Society

Effets sur l'environnement

L'usine est située dans un creux de terrain où la nappe phréatique se trouve à une faible profondeur. Les effluents sont recueillis dans un bac de traitement d'où l'eau filtre lentement à travers le sol jusqu'à la rivière voisine. Le tableau 2 donne une analyse des effluents.

Tableau 2

Analyse de l'eau du bac de traitement et les effluents
de l'usine de traitement en blocs de Parai, Etat de Kerala
(date de réception de l'échantillon : 7 janvier 1974)

<u>Caractéristique</u> <u>ou constituant</u>	<u>Eau du bac</u>	<u>Effluent</u>
Caractéristiques physiques		
Apparence	Claire, présence de sédiments bruns	Présence de sédiments trouble.
pH	6,1	6,0
Conductibilité électrique (mho)	100,1	700,0
Caractéristiques chimiques		
	Parties par million	
Alcalinité	44,0	248,0
Chlorures	10,0	26,0
Nitrites	Néant	Néant
Nitrates	Néant	Néant
Sulfates	Néant	15,0
Oxygène absorbé	1,1	157,0
Ammoniac libre et sels ammoniacaux	0,2	15,0
Ammoniac albuminoïde	Traces	22,5
Total des solides	80,0	780,0
Dureté - total	40,0	130,0
Fer	1,4	14,0
Solides en suspension	6,0	105,0
Solides pouvant précipiter		5,0
Sulfures		25,0
Demande biochimique d'oxygène pendant cinq jours à 20°C		720
Demande chimique d'oxygène		868,0

Au début, la demande biochimique d'oxygène s'élevait à environ 700 parties par million ce qui a soulevé des protestations de la part des habitants du pays et en particulier des riziculteurs. La société coopérative affirme que, grâce à l'aération et à des cultures d'algues contenant des chlorocelles, la demande biochimique d'oxygène a été ramenée à 25 parties par million.

La société a l'intention d'amener les effluents dans la pépinière d'hévéas pendant l'été, lorsque les eaux de la rivière sont basses. Pendant la mousson, la rivière est en crue et les effluents peuvent y être déversés sans effets appréciables.

Aucune maladie professionnelle n'a été signalée.

Fabrication du crêpe

Brève description du procédé

Pour la fabrication du caoutchouc-crêpe, le latex est coagulé de la même façon que pour la fabrication du caoutchouc en feuilles, mais le coagulat passe ensuite entre de lourds cylindres qui tournent à des vitesses différentes pour produire l'effet de crêpage. Le crêpe ainsi obtenu est séché à l'air, à une température de 35°C, dans un séchoir situé généralement à l'étage supérieur de l'usine et il n'est pas fumé. Il existe différents types de caoutchouc-crêpe. Les qualités supérieures sont fabriquées avec du latex de plantation, dans des conditions répondant à des spécifications précises; les qualités inférieures sont préparées à partir de déchets de toutes sortes.

Effets sur l'environnement

Les effets sur l'environnement sont les mêmes que ceux de la fabrication du caoutchouc en blocs.

Industries locales

Plusieurs petites industries, dont quelques-unes sont artisanales, fabriquent des articles en caoutchouc à partir de latex concentré. Cette production pourrait être développée parce qu'elle présente de nombreux avantages, et notamment les suivants : faible investissement, procédé simple, matières premières disponibles sur place et débouchés assurés pour les produits. Entre autres articles fabriqués de cette façon on peut citer des bandes de caoutchouc, des tétines, des ballons pour enfants et des gants.

Rôle des sociétés coopératives

Les sociétés coopératives créées ces dernières années ont beaucoup aidé les petits planteurs en leur vendant au prix de gros des engrais, des pesticides, des acides et divers instruments - bacs à coaguler et couteaux de saignée par exemple - et en leur fournissant des renseignements sur les méthodes de plantation, de fumure, etc., et en transformant le latex fourni par les adhérents qui dépenseraient le double s'ils voulaient traiter eux-mêmes leur latex, sans compter les investissements nécessaires.

Les centres de ramassage et de traitement créés par la société coopérative de Palai ont coûté seulement quelque 15 000 roupies (2 000 dollars) chacun. Aucun adhérent de la coopérative n'aurait pu se procurer un matériel de traitement et d'essai aussi perfectionné que celui qui est installé dans ces postes. Chaque poste dessert 4 km² de plantation (voir photographie).

La société commercialise les feuilles de caoutchouc à des prix intéressants parce qu'elle dispose d'installations d'entreposage et peut vendre au moment favorable. Elle paie le latex comptant, à la livraison ou une fois par semaine.

Elle accorde à ses adhérents, à un taux d'intérêt raisonnable, des prêts ne dépassant pas un certain montant.

N'ayant pas à traiter et à commercialiser sa production, le petit exploitant a le temps de replanter ou de faire de nouvelles plantations et de s'occuper de la fumure et d'autres tâches importantes.



Centre de ramassage et de traitement de la coopérative

II. PRODUCTION DE CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE : USINE DE BAREILLY, INDE

Généralités

L'usine de caoutchouc synthétique que l'équipe a visitée en Inde est située au centre de la région productrice de sucre et d'alcool de l'Etat d'Uttar Pradesh, à Fitchkan, West, à 230 km de Delhi et à 90 km de la ville de Bareilly. Cet emplacement a été choisi pour les raisons suivantes :

- a) L'abondance de matières premières, c'est-à-dire l'alcool extrait des mélasse, sous-produit provenant du raffinage du sucre de canne;
 - b) L'approvisionnement abondant en eau provenant d'une rivière voisine et de puits instantanés. Les besoins sont de l'ordre de 9 000 l/mn pour une capacité de production de 30 000 t/an;
 - c) La proximité de terres en friche et d'une rivière pour l'évacuation des effluents;
 - d) La facilité d'accès aux voies ferrées et routes principales;
 - e) L'existence de terrain permettant une expansion des installations.
- La carte 2 montre la situation de l'usine.

On a décidé d'acheter en 1961 une usine de caoutchouc styrène butadiène (SBR) parce que la production de caoutchouc naturel de l'Inde était insuffisante pour faire face à la demande croissante de caoutchouc, notamment pour la fabrication de pneus. L'Inde cherchait alors à économiser des devises dont elle avait grand besoin pour importer du matériel et de l'équipement lourds et à cette époque une petite usine de SBR appartenant à une société américaine était à vendre à un prix raisonnable.

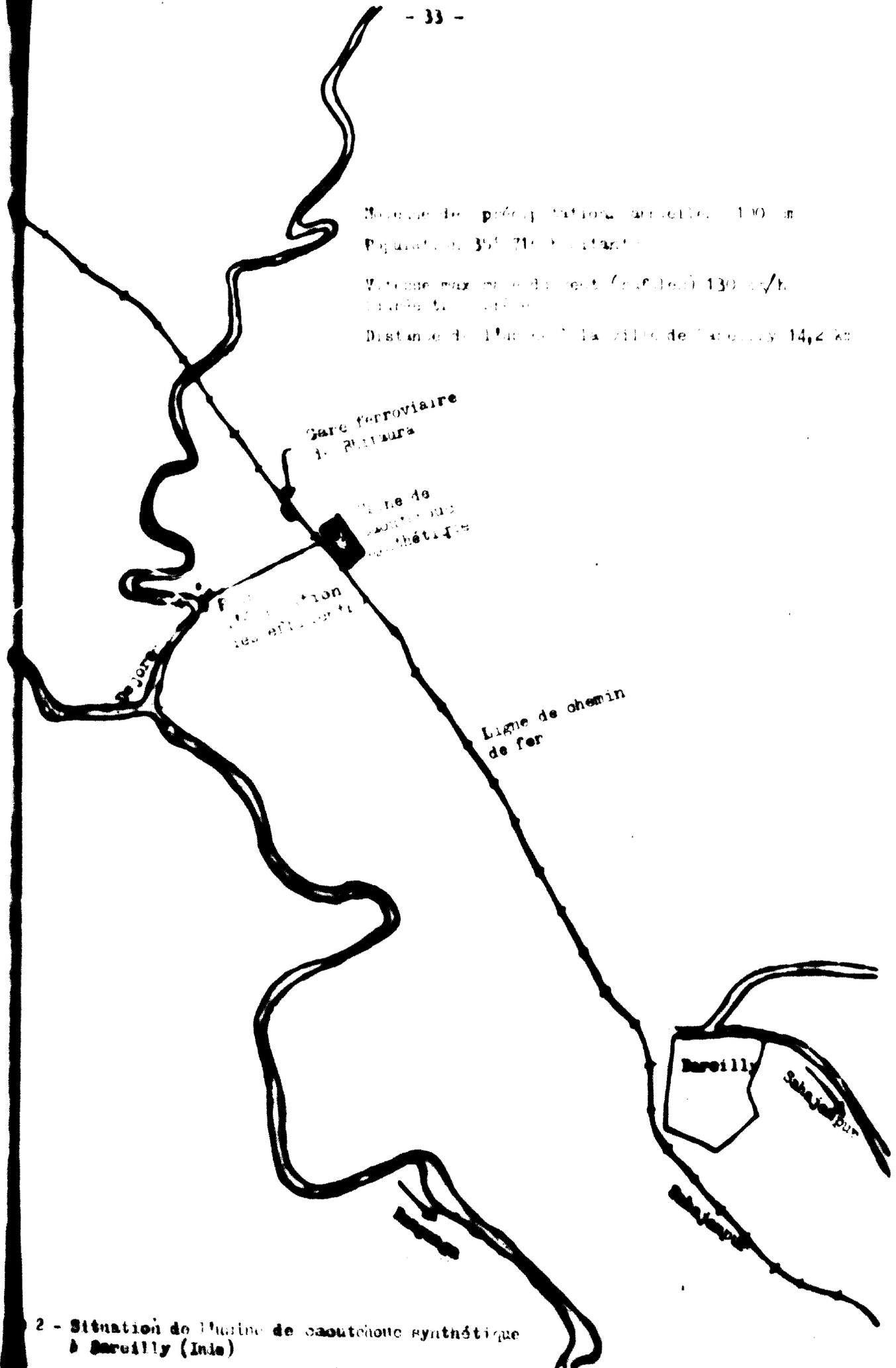
Moins de précipitations annuelles 100 mm

Population 395 710 habitants

Vitesse maximale du vent (cyclone) 130 km/h

Humidité relative

Distance de l'usine à la ville de Bangalore 14,2 km



2 - Situation de l'usine de caoutchouc synthétique à Bangalore (Inde)

Description du procédé et de la production

L'usine de caoutchouc synthétique de Bareilly se divise en plusieurs sections : production, zones de dépôts, services auxiliaires, ateliers et magasins.

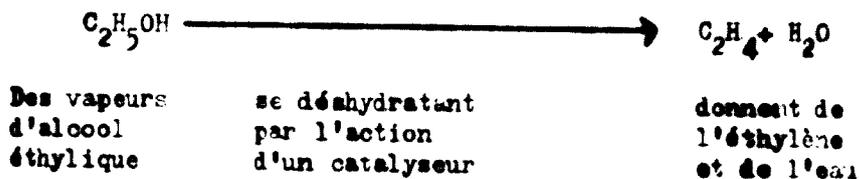
Production

Les installations sont conçues pour assurer une production de 30 000 t/an de latex et de caoutchouc synthétiques. Les quatre principaux ateliers sont les suivants : éthylène/styrène, butadiène, latex et caoutchouc.

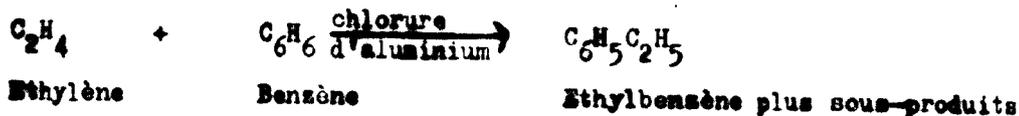
Atelier d'éthylène-styrène

Dans cet atelier, la fabrication de styrène à partir d'alcool et de benzène comprend cinq étapes essentielles.

Etape 1. On obtient l'éthylène à partir d'alcool éthylique suivant la réaction représentée par l'équation chimique ci-après, en utilisant pour la déshydratation un catalyseur à haute température :



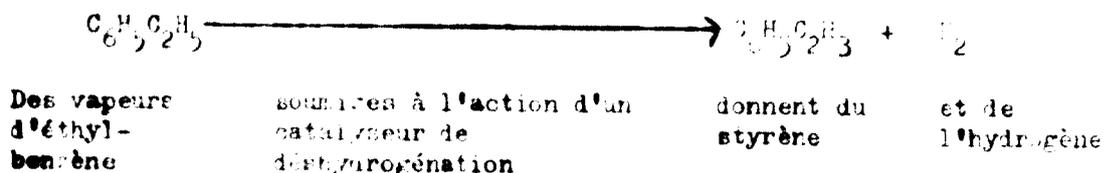
Etape 2. On obtient l'éthylbenzène brut, appelé "alcoylat", à partir d'éthylène et de benzène soumis à l'action du chlorure d'aluminium utilisé comme catalyseur, cette opération est représentée par l'équation suivante :



Cette réaction est faite dans un réacteur du type spécial appelé "alkylateur". Le produit, l'alcoylat, est composé d'éthylbenzène, de diéthylbenzène, de benzène non transformé et de quelques résidus.

Etape 3. L'alcoylat brut est épuré par distillation et donne de l'éthylbenzène et d'autres produits secondaires.

Etape 4. On obtient le styrène brut à partir d'éthylbenzène en utilisant pour la déshydrogénation un catalyseur spécial à haute température, comme le montre l'équation suivante :

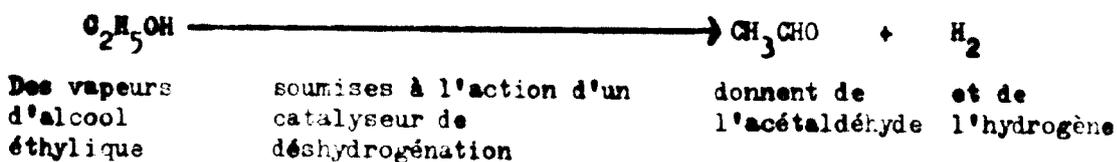


Etape 5. Le styrène brut est épuré et séparé par distillation sous vide pour donner du styrène pur.

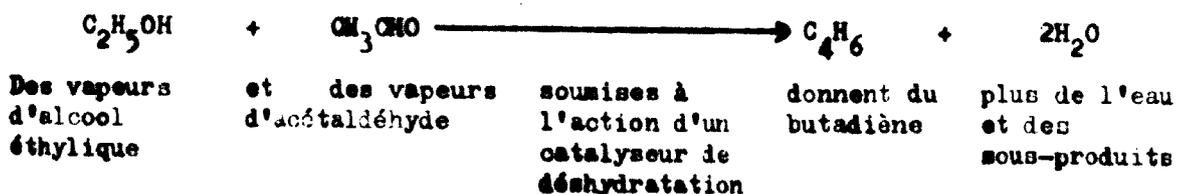
Atelier de "butadiène"

Dans cet atelier, une opération continue et étroitement intégrée est réalisée en trois étapes.

Etape 1. L'acétaldéhyde brut est obtenu à partir d'alcool éthylique soumis à l'action d'un catalyseur de déshydrogénation à haute température, comme le montre l'équation suivante :



Etape 2. Le butadiène brut est obtenu à partir d'alcool éthylique et d'acétaldéhyde soumis à l'action d'un catalyseur de déshydratation à haute température, comme le montre l'équation suivante :



Etape 2. Du plan du butadiène, il se forme également des gaz et des huiles au cours de l'étape 1, d'où la nécessité de procéder à des opérations complexes de séparation et d'épuration par distillation, énumérées ci-dessous :

- a) L'acétaldéhyde est récupéré, épuré et distillé afin de pouvoir être employé;
- b) Le butadiène est récupéré, séparé et épuré par absorption et distillation;
- c) Les gaz et les huiles sont séparés pour être utilisés dans les fours de l'usine;
- d) L'alcool est récupéré et épuré afin de pouvoir être réemployé.

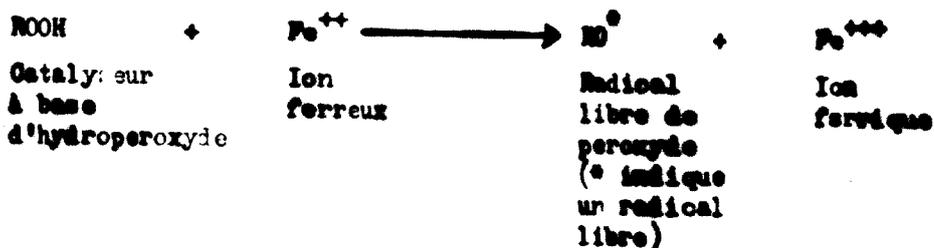
Atelier de latex

Dans cet atelier, on réalise la copolymérisation du butadiène et du styrène en particules de copolymères en phase aqueuse, connues sous le nom de latex. La préparation du latex comprend trois étapes.

Etape 1 - Mélange les éléments. Le butadiène et le styrène sont mélangés de façon très précise, un agent émulsionnant, un modificateur et un catalyseur étant ajoutés avant que le mélange soit envoyé dans les réacteurs.

Etape 2 - Polymérisation en émulsion. Cette réaction est menée à bien dans une série de réacteurs. Le mécanisme de la réaction est représenté par l'équation suivante :

a) Génération de radicaux libres



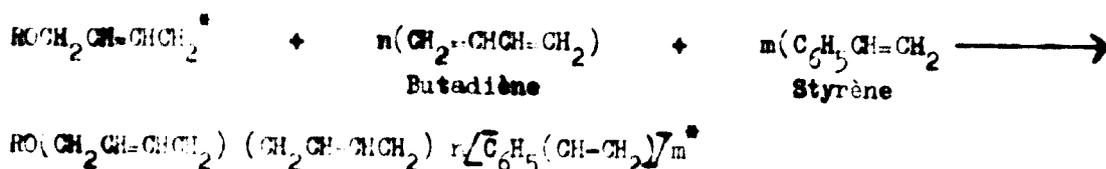
b) Initiation

Le radical libre s'attache à une molécule monomère qui devient elle-même un radical libre.



c) Propagation

La molécule monomère s'ajoute à d'autres molécules monomères. L'apport de molécules de styrène et butadiène se produit au hasard.



Lorsqu'on a atteint le degré de conversion des monomères recherché, on ajoute une solution inhibitrice pour arrêter la polymérisation. La figure V donne le plan de circulation de ce procédé.

Etape 3 - Récupération des éléments

On procède ensuite à la récupération par détente, en vue d'un recyclage ultérieur, de la fraction de butadiène et de styrène qui n'a pas réagi. Après cette opération, le latex épuré est alors emmagasiné en vue d'un traitement ultérieur.

Atelier de caoutchouc

Dans cet atelier, le latex est coagulé en grosses particules de caoutchouc, lavé, séché, mis en balles et emballé. On y prépare aussi plusieurs solutions qu'emploient les différents ateliers et on y trouve des installations de traitement et d'évacuation des effluents.

Zone de dépôts

Dans cette zone de dépôts, il existe des installations d'entreposage en vrac pour les matières premières, le benzène et l'alcool, ainsi que pour les produits intermédiaires comme l'éthylbenzène et l'huile de réacteur. Cette

section contient également les installations de manutention des wagons-citernes et des camions-citernes qui apportent l'alcool provenant des distilleries de l'Uttar Pradesh et le benzène provenant des aciéries de l'Hindustan Steel Ltd.

Services auxiliaires, autres ateliers et magasins

Les installations des services auxiliaires, des autres ateliers et des magasins sont énumérées ci-après :

Production et distribution de vapeur

Deux chaudières d'une capacité de 72 500 kg/h chacune, produisent de la vapeur à une pression de 42 kg/cm². Ces services abritent également les installations de déchargement et de manutention du charbon et des centres. Le combustible utilisé est le charbon.

Production et distribution d'électricité

Deux turbo-générateurs à vapeur d'une capacité de 3 000 kW chacun sont installés, ainsi qu'un générateur de secours à moteur diesel, d'une capacité de 750 kW. L'installation est prévue pour fournir un approvisionnement régulier.

Eau : approvisionnement et traitement

L'eau douce provient de cinq puits instantanés profonds situés à l'ouest de l'usine. On traite l'eau destinée à la production de vapeur à la chaux vive, au gypse et à l'oxyde de magnésium pour réduire la teneur en bicarbonate et en silice, puis on la filtre sous pression et on la passe à chaud à travers des éléments de zéolite pour l'adoucir en retirant le calcium et le magnésium. On traite le système de circulation de l'eau de réfrigération à l'aide d'un inhibiteur de corrosion et d'acide sulfurique pour qu'elle conserve son pH.

Installations de gaz inerte, de traitement des saumures et installations diverses : Ateliers, entretien, autres magasins et entrepôts.

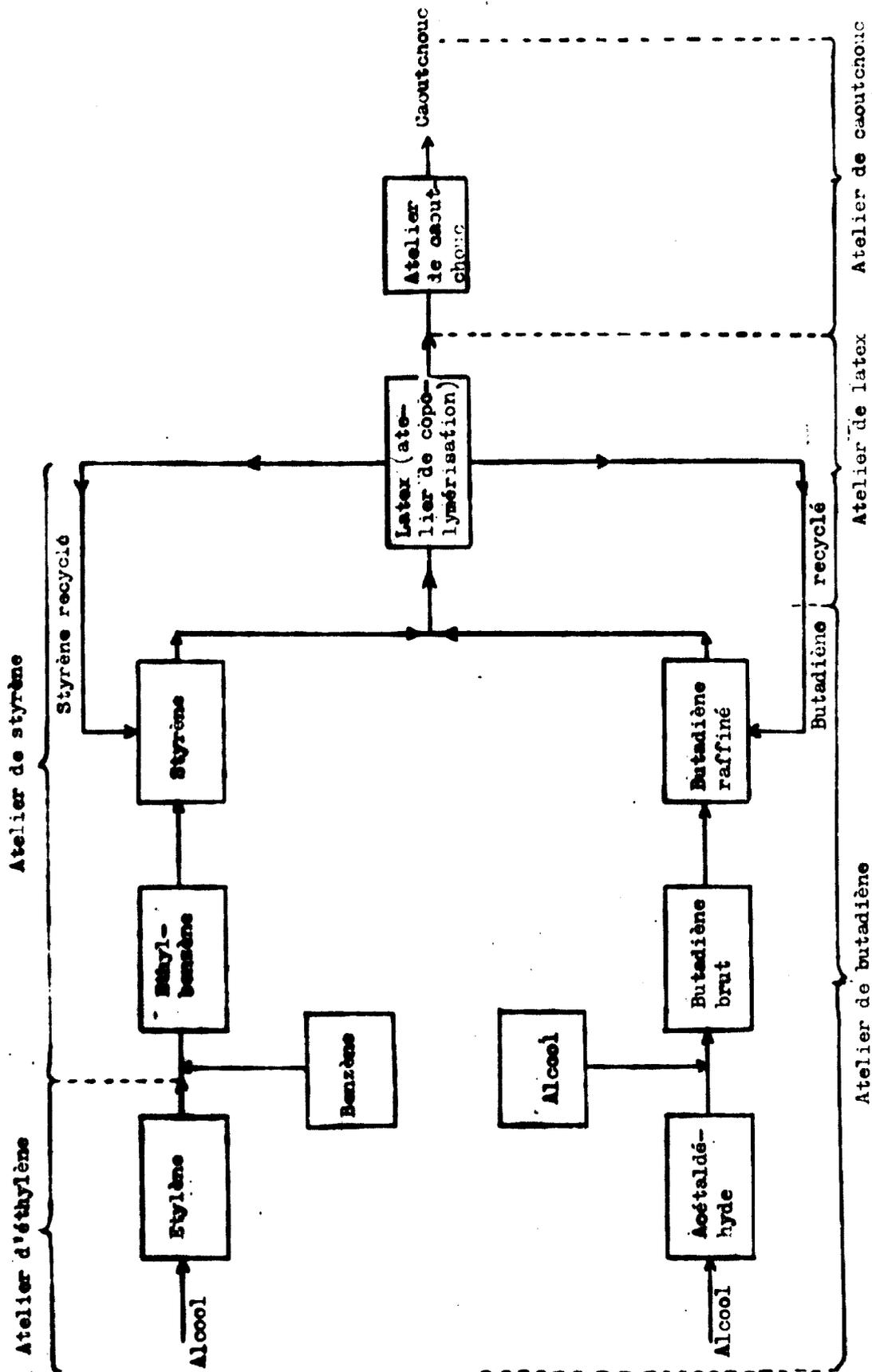


Figure V - Schéma des opérations relatives à la production de caoutchouc synthétique à Bareilly

Effets sur le milieu et la santé

Les rejets de l'usine sont les suivants :

a) Emissions gazeuses dans l'atmosphère

Cheminée de la chaudière

Gas de combustion 1 x 13 500 pieds cubes/
mn
38 x 10⁶ Btu/h.

Teneur en poussière 0,035 g/pieds cubes/
mn
(estimée) à 4,4 t/j

Four Dowtherm

Gas de combustion 4 550 pieds cubes/mn
4,7 x 10⁶ Btu/h

Cheminée

Réacteur pour la production
de styrène

Gas de combustion 3 080 pieds cubes/mn
1,91 x 10⁶ Btu/h

Régénération du réacteur
pour la production de butadiène

Gas 220 pieds cubes/mn
(H₂ brûlé) 0,2 x 10⁶ Btu/h

Torchère

Gas 350 pieds cubes/mn
2,3 x 10⁶ Btu/h

b) Effluents

Dans le sol - Néant

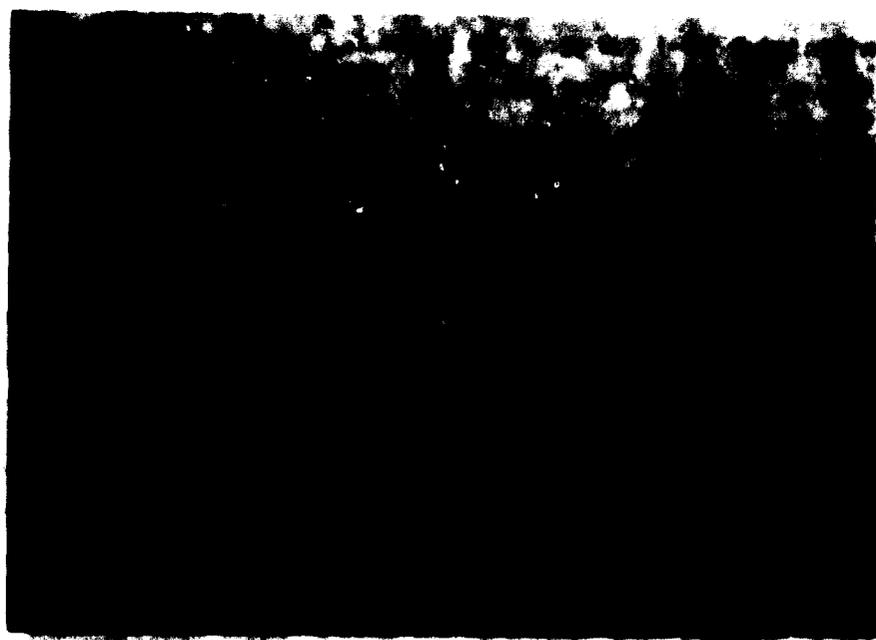
Dans les cours d'eau - 5 611 l/mn.

c) Déchets solides

Déchets de caoutchouc - 20 t/an (une faible quantité est vendue à de petites entreprises de fabrication de pneus de brouettes, et le reste est détruit par incinération).

Les tartres boueux provenant des séparateurs d'huile (combustibles) - 10 t/an (brûlés dans une fosse à ciel ouvert loin des bâtiments, mais sur le terrain de l'usine).

Cendres de foyer de chaudière - 60 à 80 t/j (transportées par bandes convoyeuses jusqu'aux camions à benne basculante. Elles sont utilisées à des travaux de remblayage.



Masseifs de fleurs, à l'arrière-plan l'usine de caoutchouc
synthétique de Bareilly

Emissions atmosphériques

On utilise un charbon à faible teneur en soufre (0,5 %). On n'a signalé aucun effet nocif résultant de ces émissions dans l'atmosphère. Cette usine est la seule qui soit implantée dans une région agricole qui, étant à vocation agricole, peut absorber un certain volume d'émissions gazeuses sans conséquences notables. La végétation ne semble pas avoir souffert. En fait, de magnifiques massifs de fleurs poussent autour de l'usine (voir les photographies).

Effluents

Les effluents sont évacués dans la Dejora, à raison de quelque 5 500 l/mn, au moyen d'une canalisation longue de 4 km constituée par des tuyaux à revêtement de céramique de 30 cm de diamètre. Au début, le niveau de la DBO de la décharge dans la rivière était d'environ 3 000 ppm et les habitants des villages voisins ont élevé des protestations contre la forte odeur dégagée. Après traitement, le niveau de la DBO se situe actuellement aux environs de 750-1 200 ppm. La norme des effluents fixée par le Gouvernement de l'Uttar Pradesh pour la DEO est de 200 ppm et la direction de l'usine a demandé au National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) de Nagpur de faire une enquête et de proposer un traitement bactériologique ou d'autres moyens pour améliorer la qualité des effluents, de façon à répondre aux normes officielles. La dilution dans l'eau de la rivière est d'environ 1/50ème en été et 1/250ème pendant la saison des pluies. La carte 2 indique la manière dont les effluents sont évacués dans la rivière.

Une certaine quantité d'effluents (675 l/mn) est dirigée à travers des puisards et 10 grands bassins de décantation dans le canal de Sanka Nulla, qui est un canal permanent dont l'eau sert à l'irrigation. Les bassins sont creusés en zigzag et chacun est divisé en deux, de façon à augmenter la longueur du circuit d'écoulement et le temps de rétention. On note la présence d'algues à la surface de l'eau, tant dans les bassins que sur le canal (voir les photographies des bassins).



Un des bassins de traitement des effluents,
à l'arrière-plan, l'usine de caoutchouc synthétique



Canal dans lequel se déversent les effluents
à leur sortie des bassins

On trouvera ci-dessous une analyse type de l'eau de puits contenant des effluents déversés dans la Dejora (moyenne pour 1974) et de l'eau de rivière, à 200 m en aval du point de déversement.

Analyse de l'eau de puits

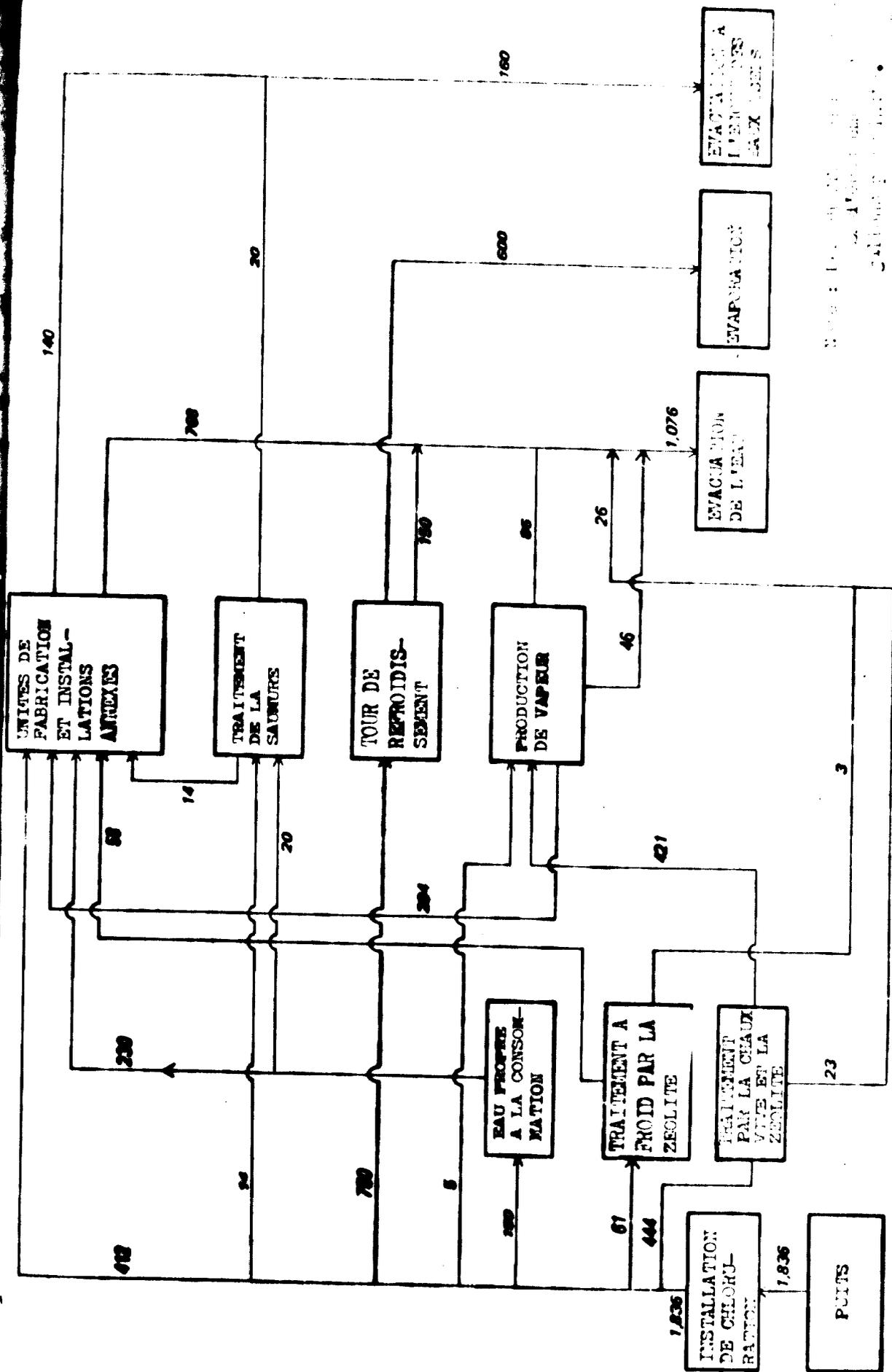
Dureté totale (exprimée en CaCO_3)	55 ppm
Valeur N	242 ppm
Chlorures	38 ppm
Silice (SiO_2)	22 ppm
Dureté Ca	40 ppm
Conductivité	495 microohms/cm ³
pH	7,8

Analyse des effluents évacués dans la rivière (moyenne pour 1974)

pH	5,5 ppm
Turbidité	150 ppm
Total des matières solides	2 865 ppm
Chloroforme extractible	194 ppm
Total des matières solides dissoutes	2 442 ppm
Chlorure (exprimé en NaCl)	1 208 ppm
Dureté totale (exprimée en CaCO_3)	491 ppm
Dureté du calcium (exprimée en CaCO_3)	161 ppm
Conductivité	2 855 microohms/cm ³
DBO à 20°C pendant 5 jours	750 - 1 200 max.
DCO	200 ppm

Analyse de l'eau de la Dejora prélevée à 200 m en aval du point de déversement le 22 février 1975

pH	8,6
Carbonates (exprimés en CaCO_3)	62 ppm
Bicarbonates	306 ppm
Alcalinité totale	368 ppm
CO_2	Néant
Oxygène dissous	5,3 ppm
DCO	54 ppm



Notes : 1. Les chiffres indiqués dans les rectangles sont en litres par seconde.
2. Les chiffres indiqués dans les triangles sont en litres par minute.

Figure VI - Diagramme à rectangles du bilan hydrique

Déchets solides

Les principaux résidus à l'état solide sont le carbonate neutre de sodium qui provient de l'adoucesseur d'eau et les grumeaux de caoutchouc trop petits pour être utilisables. Le carbonate neutre de sodium anhydre sert au remblayage et, sur le terrain de l'usine, on a pu constater qu'il favorisait la croissance des végétaux. Quant aux déchets de grumeaux, ils sont également utilisés pour le remblayage, ou sont vendus à un prix dérisoire.

Utilisation des ressources

L'usine compte cinq puits ayant chacun une profondeur de 108 m et un débit de 2 250 l/mn. Il lui faut quatre puits pour obtenir les 18 millions de litres d'eau dont elle a besoin journalièrement pour fonctionner à sa pleine capacité de production (30 000 t/an de SBR). Un quart de cette quantité va à la chaudière, un autre quart à l'installation de refroidissement, le reste sert à d'autres fins, notamment au traitement. La figure VI présente un diagramme à rectangles du bilan d'eau (au niveau actuel de sa production l'usine utilise 8 262 l/mn d'eau de puits).

Les chaudières consomment 450 t/j de charbon, soit 135 000 t/an. Les autres matières premières consommées sont les suivantes :

Alcool (l/an)	54 millions
Benzène (t/an)	2 millions
Chaux (t/an)	700
Résines disproportionnées de pin (t/an)	1 000
Huiles d'extension hautement aromatiques (t/an)	3 500

<u>Catalyseurs et initiateurs</u>	<u>Quantité</u>	<u>Objet</u>
"Filtrol" (argile activée)	49,8	Conversion de l'alcool éthylique en éthylène par déshydratation
"Shell 105" (oxyde de fer)	12	Conversion de l'éthylbenzène en styrène par déshydrogénation
"Filtrose" (matière inerte avec revêtement cuivre et chrome)	24	Conversion de l'alcool en acétaldéhyde

Pentoxyde de tantale	32-48	Conversion d'un mélange d'alcool et d'acétaldéhyde en butadiène
Hydroperoxyde de paraméthane (HPPM) (Initiateur)	50	Initiation a) de la polymérisation à froid (à 5°C) de l'acrylonitrile et du butadiène; b) de la polymérisation à chaud (à 50°C) avec une petite quantité de phosphate potassique

L'entreprise se débarrasse des catalyseurs en déversant le "Filtrol" et le "Shell 105" sur un terrain de remblai et en mettant le "Filtrose" et le pentoxyde de tantale en fûts. La récupération du pentoxyde de tantale se révèle, à l'expérience, particulièrement onéreuse.

Risques professionnels

Le médecin de l'entreprise ne signale aucune maladie professionnelle à l'exception de quelques cas de dermatite attribuables aux effets de l'acétaldéhyde. Toutes les personnes qui sont exposées aux effets du benzène sont soumises par la loi à un examen médical périodique et un registre doit être tenu à cet effet. Les personnes affectées au sablage sous pression et à la peinture au chalumeau sont également examinées périodiquement.

Dans la fabrication du caoutchouc nitrile, entreprise à l'échelle d'une installation pilote, on considère comme dangereuse la manipulation des monomères d'acrylonitrile et l'effluent de cette installation est isolé, traité au chlore et dilué avant d'être déversé.

Les ouvriers travaillant dans l'atelier où le caoutchouc est mis en balles inhalent en permanence un air fortement pollué par des poussières de craie. Ailleurs, les vapeurs chaudes et les émanations d'ammoniac, qui peuvent causer des troubles respiratoires, sont assez fortes. Dans l'atelier où les tuyaux sont découpés au jet de sable avant d'être enduits, la santé des ouvriers est également exposée à des risques. Des masques à gaz sont fournis mais, comme c'est souvent le cas dans les usines, ils sont rarement portés.

Aspects sociaux et économiques

Aspects sociaux

L'usine a été construite en 1961 sur une bande de terre inculte située au milieu de plantations de cannes à sucre. L'endroit aurait été un champ de bataille et aurait une certaine importance historique. Les experts ont entendu dire qu'en 1961 on ne pouvait même pas obtenir une tasse de thé dans la région, alors qu'aujourd'hui le paisible village agricole est bourdonnant d'activité.

À l'époque de la mise en service des installations, il n'y avait pas d'ouvriers qualifiés dans la région. Il s'agissait exclusivement d'ouvriers agricoles qui étaient toutefois capables d'être formés, ce que les dirigeants de l'usine ont entrepris de faire. L'usine emploie actuellement 1 570 ouvriers et le montant annuel des salaires qu'elle leur verse s'élève à 10 millions de roupies (1,3 million de dollars).

On a construit une cité ouvrière de 220 logements à loyer subventionné, occupés surtout par des cadres; la cité a été bien aménagée et dotée d'une piscine, de courts de tennis, d'un club et d'écoles. Quelque 400 ouvriers habitent les villages voisins et se rendent au travail à pied ou à bicyclette; ceux qui habitent ainsi ont droit à une indemnité de bicyclette. Deux cents ouvriers habitent dans une cité ouvrière construite par le gouvernement à une dizaine de kilomètres de l'usine, soit à mi-chemin de la route vers Bareilly et 750 autres vivent à Bareilly même; un service de transport gratuit fonctionne entre l'usine, la cité ouvrière gouvernementale et Bareilly.

La direction veille tout particulièrement à ce que les précautions voulues soient prises pour assurer la sécurité dans le travail et l'usine a gagné en 1973 un prix national de sécurité pour avoir enregistré le taux d'accident le plus bas dans l'industrie chimique et la période la plus longue sans accident.

L'usine est munie d'un centre médical dirigé par un médecin engagé à plein temps; le personnel auxiliaire comprend un infirmier par poste de travail.

On a encouragé la création d'industries connexes dans la localité. Celles-ci fournissent à l'usine du matériel même très spécialisé comme des vannes de réglage et des diaphragmes. L'usine fabrique maintenant elle-même du matériel et des pièces de rechange qu'au début elle devait importer.

Economie de la production

Durant de nombreuses années, la société n'a réalisé aucun bénéfice et cela pour diverses raisons. Au cours des premières années, la demande de SBR n'a pas suffi à l'usine pour fonctionner à pleine capacité. L'Inde importait du caoutchouc naturel de Malaisie pour combler l'écart entre ses besoins et sa production de caoutchouc naturel. Comme les fabricants de pneumatiques hésitaient à utiliser le SBR, le gouvernement les a obligés à utiliser un certain pourcentage de SBR pour obtenir des licences d'importation de caoutchouc naturel. Le prix du SBR fixé par le gouvernement était supérieur à celui du caoutchouc naturel en raison du coût élevé de l'alcool, à cause de la taxe spéciale prélevée sur ce produit par le Gouvernement de l'Uttar Pradesh.

En 1973, la société a investi 15,92 millions de dollars et ses ventes annuelles ont été évaluées à 14,1 millions de dollars. La production n'a atteint qu'environ 70 % de la capacité installée (30 000 t/an) cette sous-utilisation étant due à une pénurie de charbon et de matières premières, notamment de benzène, ainsi qu'à l'agitation ouvrière de ces dernières années. En 1973, année sur laquelle portait le rapport annuel fourni à l'équipe, la société a subi 77 jours de grève.

La société ayant demandé un relèvement du prix du SBR n'a guère obtenu de résultat car le gouvernement a renvoyé la question à la commission tarifaire pour qu'elle procède à un examen complet de la structure du prix du caoutchouc synthétique.

Le coût total des mesures antipollution ne s'élève pas à plus de 1 % du montant total des dépenses d'exploitation. Ce chiffre comprend le coût des produits chimiques, de la main-d'œuvre et de l'énergie nécessaires au traitement de l'eau et de l'effluent, ainsi que les frais du centre médical.

Plans d'expansion et de diversification

La société a élaboré des plans d'expansion dont l'exécution dépendra naturellement a) les possibilités d'approvisionnement en matières premières et de la demande de SBR, compte tenu de la demande projetée de pneumatiques, et b) le l'ambitieux programme de l'industrie du caoutchouc naturel qui vise à doubler la production d'ici à 1980.

La société a obtenu une licence pour fabriquer 2 000 tonnes de caoutchouc nitrile et elle a construit une installation pilote qui vient d'être mise en service.

La construction d'une installation pilote pour la production de polymères de nitrile (matières plastiques ABS) est presque achevée et la société espère pouvoir bientôt procéder aux premiers essais de production. Dans les deux cas, les procédés utilisés sont fondés sur ceux qui ont été mis au point par le National Chemical Laboratory de Poona et le Sri Ram Institute for Industrial Research de New Delhi.

La société envisage également de diversifier ses activités et d'entreprendre la fabrication de bandes transporteuses en tissu métallique et matière textile renforcée et en PVC plein.

III. PRODUCTION DE CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE : USINE DE HYTHE, ROYAUME-UNI

Généralités

La firme étudiée par l'équipe d'experts est le plus gros producteur de caoutchoucs synthétiques du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.

A la fin de la Seconde Guerre mondiale, le caoutchouc synthétique avait pris une grande importance dans l'industrie du caoutchouc, mais le Royaume-Uni ne possédait pas d'installations de production. De 2 173 tonnes en 1947, les importations de caoutchouc synthétique étaient passées, en 1955, à 20 454 tonnes dont environ 16 000 tonnes de SBR. La situation de l'industrie devenait difficile, parce que le pays manquait de dollars pour payer ses importations. Aucun fabricant de pneus ou d'articles courants de caoutchouc n'avait les moyens de créer sa propre usine de caoutchouc synthétique. La firme a été fondée en novembre 1955 par un consortium de fabricants de pneus et de fabricants d'articles courants de caoutchouc. L'usine a été ouverte officiellement en octobre 1958; elle a été bâtie sur un terrain d'environ 22 000 hectares, situé à Hythe près de Southampton, à proximité de l'estuaire formé par l'Itchen et la Test. Elle employait 400 personnes et avait une capacité de 70 000 t/an. Ses installations ont coûté 12,5 millions de dollars. L'économie annuelle de devises qu'elle devait permettre a été estimée à 25 millions de dollars.

L'usine de Hythe fait partie d'un complexe industriel qui comprend notamment la raffinerie d'une grande société pétrolière, raffinerie qui est la deuxième d'Europe. Celle-ci fournit le quart du pétrole consommé au Royaume-Uni. La société pétrolière a investi près de la moitié de ses capitaux dans la fabrication de produits chimiques servant de matières premières aux industries du caoutchouc et des matières plastiques et aux industries textiles et chimiques. L'usine de Hythe produit 444 000 t/an de butylcaoutchouc, produit utilisé surtout pour les chambres à air; elle est le plus gros producteur de butylcaoutchouc d'Europe. Le complexe industriel comprend aussi une usine de polyéthylène, une usine de produits chimiques organiques et une usine de liquéfaction de l'air, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène.

La principale raison au choix de l'emplacement de l'usine de caoutchouc synthétique a été la facilité d'approvisionnement en monomères. L'usine est stratégiquement située à moins de 1 600 m de la raffinerie de pétrole qui lui fournit du butadiène monomère et les matières premières nécessaires à la fabrication du styrène. Elle est proche aussi d'un mouillage en eau profonde accessible aux pétroliers. Une usine de cette taille utilise quotidiennement environ 50 millions de litres d'eau pour le refroidissement et environ 5 millions de litres pour les opérations de fabrication. L'eau de refroidissement est prise dans la mer et l'eau nécessaire aux opérations de production dans les cours d'eau. Les eaux usées sont déversées dans la mer.

Le terrain a fait l'objet en 1956 d'un bail emphytéotique de 99 ans. La raffinerie a été construite sur des dunes et des terres asséchées qui n'avaient qu'une valeur marginale pour l'agriculture. La région a une altitude qui varie entre 0 et 35 m au-dessus du niveau de la mer. Landes et pâtures maigres alternent avec des prairies marécageuses; il y a beaucoup de petits ruisseaux. La ville de Southampton compte 200 000 habitants et avec sa banlieue 350 000. La carte 3 montre la situation de l'usine de caoutchouc synthétique.

Description du procédé et de la production

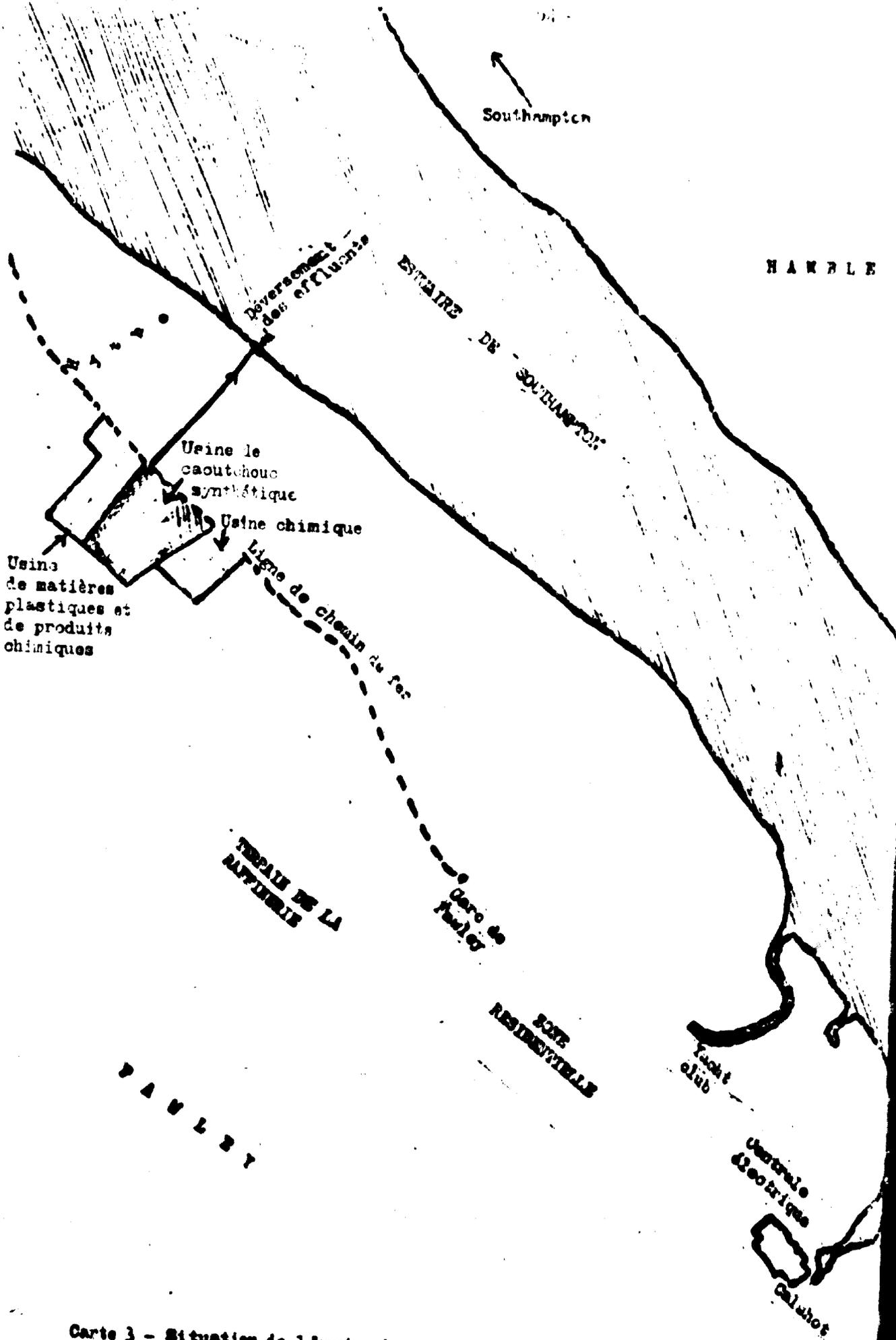
Le SBR sous la forme solide de grumeaux et sous la forme liquide de latex à haute teneur en solides est le principal type de caoutchouc fabriqué à l'usine de Hythe. La production annuelle totale s'élève à environ 250 000 tonnes dont 30 000 tonnes d'ABS (acrylonitrile-butadiène-styrène) et de latex spéciaux. Le butadiène monomère vient de la raffinerie voisine par des pipe-lines et le styrène monomère est fabriqué par l'usine. Le SBR est fabriqué par le procédé de polymérisation en émulsion.

Le styrène est fabriqué à partir du benzène et de l'éthylène. Après la formation d'éthylbenzène par alkylation en présence d'un catalyseur, le styrène et l'hydrogène sont obtenus par déshydrogénation catalytique de l'éthylbenzène à température élevée. Le styrène est purifié et séparé de l'hydrogène par distillation sous vide, et l'hydrogène est brûlé parce qu'on estime qu'il ne serait pas rentable de le purifier et de le recueillir.

La polymérisation en émulsion est la méthode de production du SBR la plus courante, mais on utilise aussi la polymérisation en solution qui permet de mieux contrôler la structure des molécules et qui donne ainsi au SBR des propriétés différentes de celles du SBR obtenu par émulsion. Dans le procédé de polymérisation en émulsion, on ajoute une solution de savon, un catalyseur, un activateur et un modificateur au mélange de styrène et de butadiène avant de l'amener dans les réacteurs de polymérisation. Le catalyseur utilisé est un hydroperoxyde. Pour les solutions, on utilise l'eau de la rivière Avon, après l'avoir purifiée. Le procédé de polymérisation à froid à 5°C adopté par l'usine représente une amélioration par rapport au procédé à chaud utilisé précédemment.

Avant d'être introduite dans les réacteurs, l'émulsion des monomères et des additifs est refroidie au moyen d'un réfrigérant ammoniacal constitué par de la saumure froide. La réaction de polymérisation se poursuit jusqu'à la conversion de 60 % des monomères en caoutchouc. Au-delà de ce stade, le taux de réaction diminue et la qualité du produit commence à baisser. Le mélange résultant est une émulsion d'un blanc crémeux appelée latex. A ce stade, on ajoute au latex une solution inhibitrice pour arrêter la polymérisation.

Pour que la production du caoutchouc synthétique soit rentable, il est indispensable de récupérer la fraction des monomères non transformée. Le butadiène, ayant un point d'ébullition inférieur à celui du styrène, est séparé le premier du latex par détente dans un évaporateur à vide, à une température située entre 27 et 32°C; les vapeurs comprimées et condensées sont envoyées dans un bac de recette. Une petite quantité d'eau se rassemble dans le bac de recette, qui est vidé périodiquement. Le styrène est récupéré par injection de vapeur dans des colonnes d'entraînement à plateaux perforés. L'opération s'effectue à une température d'environ 50°C; le mélange de vapeur et de styrène ainsi obtenu est condensé et envoyé dans un bac de recette. La couche supérieure de styrène est décantée et recyclée; la couche inférieure d'eau, qui contient un peu de styrène, est évacuée. Des particules de caoutchouc solide encrassent périodiquement l'évaporateur à vide et les colonnes d'entraînement; elles doivent être enlevées à la main et l'on fait ensuite passer des jets de vapeur ou d'eau. Les installations doivent cesser de fonctionner pendant cette opération qui produit une grande quantité d'eaux usées.



Carte 3 - Situation de l'usine de caoutchouc synthétique de Rythe, Royaume-Uni

Après addition d'un antioxydant qui le stabilise, le latex est amené par pompage dans les bacs de coagulation où on lui ajoute de l'acide sulfurique et de la saumure pour coaguler les particules de caoutchouc. Les grumeaux coagulés sont séparés du liquide dans un tamis à secousses. Ils sont ensuite remis en suspension et lavés à l'eau dans un autre bac, après quoi ils sont déshydratés dans un filtre à vide et séchés à l'air chaud sur une bande continue. Après séchage, le caoutchouc est pesé et mis en balles de 30 kg à l'aide d'une presse; ces balles sont enveloppées dans des feuilles de polyéthylène et entreposées en attendant d'être expédiées.

Une partie du SBR solide est commercialisée sous forme de caoutchouc étendu à l'huile. On obtient ce produit en ajoutant plus de 30 % d'huile au latex avant sa coagulation en caoutchouc solide. L'addition d'huile donne au SBR des qualités qui le rendent particulièrement propre à être traité dans certaines industries de fabrication d'articles en caoutchouc.

La polymérisation en émulsion est également utilisée à l'usine de Hythe pour la production de latex de SBR; à l'exception de la coagulation du latex, du rinçage, du séchage et de la mise en balles, les opérations sont les mêmes que celles qui sont requises pour la production de caoutchouc en grumeaux. Le latex représente environ 10 % de la production totale de SBR; il est utilisé à diverses fins telles que le gommage des tissus servant à la fabrication des pneus, l'application d'une couche antidérapante sous les tapis, le gommage du papier et la production de mousse de latex. En outre, il sert de plus en plus à la fabrication d'adhésifs et on envisage de l'employer pour améliorer l'asphalte et stabiliser les sols.

Effets sur l'environnement

L'équipe a étudié divers aspects de l'environnement afin d'évaluer les effets écologiques de l'usine de caoutchouc synthétique de Hythe. Elle a recueilli des renseignements auprès du fabricant, des autorités locales et des représentants des administrations centrales, et a aussi utilisé des rapports antérieurs. Quelques-unes des données dont elle aurait eu besoin manquaient ou ne pouvaient être obtenues dans les délais impartis, mais les données disponibles lui ont cependant permis d'évaluer les effets écologiques des émissions gazeuses, des effluents et des déchets solides.

Sources de pollution

Emissions gazeuses

Les principales émissions gazeuses des usines de caoutchouc synthétique proviennent du combustible fossile utilisé pour la production d'énergie, de vapeurs et de gaz combustible. L'usine de Hythe a deux chaudières qui émettent chacune des gaz contenant notamment de l'anhydride sulfureux et de l'oxyde de carbone. La seule mesure prise par l'usine pour lutter contre cette pollution a été la construction en 1969 de cheminées d'une hauteur de 67 m qui favorisent la dispersion des émissions gazeuses et réduisent ainsi les effets des polluants dans la zone environnante. En outre, le combustible servant à la production de vapeur est brûlé de façon efficace; la teneur en soufre est d'environ 3 %.

Des vapeurs de butadiène et de styrène monomères se dégagent pendant la distillation du latex partiellement polymérisé et leur odeur imprègne l'usine et les alentours. La concentration de ces polluants n'a pas été calculée, l'on ne s'est pas préoccupé de leur toxicité possible. Les vapeurs de styrène, par exemple, peuvent cependant devenir dangereuses dans une atmosphère confinée. De toute façon, l'odeur de ces vapeurs est désagréable pour les ouvriers de l'usine et pour les personnes qui habitent dans le voisinage.

Avant la polymérisation des monomères, l'émulsion est refroidie au moyen d'un réfrigérant ammoniacal. Une odeur d'ammoniac est décelable dans les locaux où cette opération est faite mais la teneur de l'air en gaz ammoniac n'a pas été évaluée. Selon des rapports publiés, la teneur maximale admissible de l'air en ammoniac est d'environ 70 mg/m^3 dans un endroit clos. Quelques essais devraient être effectués à l'usine de Hythe pour déterminer si la teneur de l'air en ammoniac est trop élevée dans les locaux mentionnés ci-dessus et si des mesures doivent être prises pour l'abaisser.

Certaines vapeurs dangereuses se répandent parfois parce que les précautions nécessaires n'ont pas été prises. Des gaz comme l'éthylène, servant à la production du styrène, et l'hydroquinone, utilisée au cours de la phase d'arrêt de la polymérisation, peuvent être nocifs pour l'homme et pour la végétation. Certaines plantes, par exemple, sont extrêmement sensibles aux vapeurs d'éthylène, et l'hydroquinone peut provoquer une irritation des yeux chez les ouvriers ou avoir des effets toxiques à concentration plus élevée. A l'usine de Hythe, rien n'indique que les vapeurs de cette nature se dégagent en quantité suffisante pour affecter la santé des ouvriers ou la végétation environnante.

La dispersion des polluants atmosphériques dépend de la direction et de la force du vent. Dans la région, le vent dominant souffle du sud-ouest. De ce point de vue, l'emplacement de l'usine a été mal choisi, les quartiers commerciaux et résidentiels de Southampton se trouvant directement sous le vent. Il est heureux pour les habitants de Southampton que la pollution ait été maintenue jusqu'ici à un niveau minimal.

Effluents

La pollution des eaux est de loin la pollution la plus importante provoquée par l'industrie du caoutchouc synthétique. Les principaux polluants contenus dans les eaux usées sont les résidus de caoutchouc en grumeaux, les catalyseurs usés, les monomères qui n'ont pas réagi et les émulsifiants. Ces polluants provoquent de fortes concentrations de solides en suspension, ainsi qu'une DBO et une DCO élevées. Pour évaluer de façon précise les effets des eaux usées, il faudrait contrôler les paramètres de pollution suivants : DBO, solides en suspension, pH, DCO, huiles et graisses. Les métaux lourds, les cyanures et les phénols n'existent pas en quantités suffisantes pour justifier un contrôle. A l'usine de Hythe, trois des paramètres ci-dessus - DBO, solides en suspension et pH - sont contrôlés en permanence. Avant que les effluents soient déversés dans la mer, la DBO a été réduite à moins de 20 ppm, la concentration des solides en suspension est d'environ 30 ppm et le pH se situe entre 5 et 9.

Différentes sortes d'eaux usées sont produites au cours des différentes phases de l'opération de polymérisation en émulsion qui aboutit à la production de caoutchouc en trunks. Ces effluents sont envoyés à l'installation de traitement des eaux usées. A l'usine de Hythe, le styrène et le butadiène monomères sont entreposés dans des petits parcs d'entreposage. Ces parcs ont été enclavés de digues afin que le styrène et le butadiène qui pourraient déborder n'entrent pas directement dans le réseau d'évacuation des effluents. Avant d'être combiné au styrène pour la polymérisation, le butadiène passe dans une solution de soude caustique qui élimine tous les inhibiteurs qui ont pu être ajoutés pendant l'entreposage. La solution usée de soude caustique est très colorée et son pH est élevé; elle est déversée directement dans le fossé d'écoulement des effluents. Cette solution ne représente qu'une très petite partie de l'ensemble des effluents. Avant d'entrer dans les réacteurs de polymérisation, le mélange de monomères est combiné à une solution de savon en phase aqueuse. L'eau employée pour les solutions mentionnées ci-dessus, environ 4,5 millions l/j, vient de l'Avon. Elle est épurée à l'usine avant usage. L'eau de l'Avon sert aussi au finissage du caoutchouc et du latex et à leur production de vapeur. Les données nécessaires pour déterminer la quantité d'eau prélevée dans l'Avon étaient difficiles à obtenir. Pendant les séiages, les prélèvements d'eau peuvent avoir un effet important sur le milieu aquatique et sur le niveau des nappes phréatiques avoisinantes. Etant donné, cependant, que l'Avon est alimenté par des sources souterraines situées dans les dépôts de craie et que l'usine dispose, en cas de besoin, d'un autre moyen d'approvisionnement en eau douce, on estime que le pompage dans l'Avon de l'eau servant à la fabrication du caoutchouc synthétique n'a qu'un effet minime sur cette rivière et sur ses environs immédiats.

Dans le procédé de polymérisation à froid, l'émulsion de monomères est refroidie à l'eau de mer avant son entrée dans les réacteurs. Cette eau de refroidissement est employée aussi comme réfrigérant dans les installations de récupération. L'usine utilise environ 45 millions de litres d'eau de mer par jour. L'eau de refroidissement se mêle aux eaux usées non salées à la sortie de l'installation de traitement mais elle est encore légèrement chaude

quand elle arrive à l'estuaire. Etant donné que la température de l'effluent n'est que de quelques degrés supérieure à la température initiale de l'eau de mer prélevée, les effets thermiques sur l'estuaire sont minimes.

La distillation à la vapeur permet de séparer les monomères qui n'ont pas réagi. L'eau usée provenant de cette opération est chargée de monomères partiellement transformés qui se présentent sous la forme de matières organiques dissoutes et séparables. On la fait passer dans un bassin à grumeaux où les matières organiques séparables forment une couche qui flotte en surface. Cette couche est écumée et recueillie, tandis que l'eau clarifiée est amenée à l'installation de traitement par le canal d'évacuation des effluents.

Le latex est amené dans un réservoir de mélange où il coagule après l'addition d'une liqueur coagulante. On peut ajouter de l'huile au latex pour obtenir un caoutchouc plus ou moins dilué. Le coagulat est séparé de la liqueur coagulante. Une partie de la liqueur est recyclée et l'écume, qui se compose d'acides usés, de matières organiques dissoutes et de solides en suspension et dissous, est amenée dans un bassin à grumeaux. On extrait de ce bassin les grumeaux de caoutchouc flottables et l'on déverse le liquide restant dans le canal d'évacuation des effluents.

Les grumeaux de caoutchouc formés dans le réservoir de coagulation du latex sont rincés et égouttés. Une partie de l'eau de rinçage est recyclée tandis que l'écume est amenée dans le même bassin à grumeaux que l'écume de la liqueur coagulante. L'écume de l'eau de rinçage contient beaucoup de solides en suspension et dissous et de matières organiques dissoutes. L'usine de Hythe possède seulement deux bassins à grumeaux, l'un pour l'eau usée provenant de la distillation à la vapeur, l'autre pour l'écume de la liqueur coagulante et de l'eau de rinçage des grumeaux. Un bassin de secours devrait être ajouté à chacun des bassins à grumeaux de façon que la séparation des grumeaux puisse se poursuivre en cas d'incident technique et pendant les nettoyages.

Dans la fabrication du caoutchouc synthétique, les trois opérations qui produisent le plus d'eaux usées sont la récupération des monomères, le déversement d'une partie de la liqueur coagulante et le déversement d'une partie de l'eau de rinçage des grumeaux. L'eau ayant servi au nettoyage des

installations et au lavage des locaux contient elle aussi de grandes quantités de latex non coagulé ainsi que de solides et de matières organiques en suspension et en dissolution. Toutes les eaux usées chargées de polluants sont amenées dans l'installation de traitement.

A l'usine de Hythe, l'installation de traitement est un bac de décantation rotatif de forme circulaire dans lequel on introduit de la chaux et de l'alun pour provoquer la coagulation des solides en suspension et pour neutraliser l'acidité de l'effluent. A leur sortie de ce bac, les eaux usées passent dans trois bassins de décantation où la coagulation des solides se poursuit. Elles sont ensuite mêlées à l'eau de mer utilisée comme refroidissant, puis déversées dans l'estuaire. Les agents de flocculation tels que l'alun employés dans ce procédé de traitement engendrent les déchets volumineux. D'après les renseignements disponibles, il est facile à l'installation de traitement de l'usine de satisfaire aux normes imposées par l'administration locale des eaux :

Moins de 30 mg/l pour la DBO

Moins de 30 mg/l de solides en suspension

Un pH situé entre 5 et 9.

Un traitement biologique plus poussé n'est pas nécessaire parce que l'effluent eau douce est mêlé à l'eau de refroidissement salée ce qui permet à l'usine de respecter facilement les normes fixées pour la composition de l'effluent au moment où il se déverse dans l'estuaire. (Si l'usine était bâtie plus loin de la mer et déversait ses effluents dans un ruisseau, un traitement plus poussé serait nécessaire.) Rien n'indique que l'usine de caoutchouc synthétique de Hythe pollue sensiblement l'estuaire parce que le volume de l'effluent est petit comparé au volume d'eau de mer que contient l'estuaire. Le point de contrôle de l'eau le plus proche se trouve à 800 m du débouché de la canalisation de l'effluent. Il semble que l'estuaire n'a été pollué par aucune des usines du complexe industriel. Ces dernières années, les prises de saumons, d'huîtres, de clams, etc., ont augmenté dans l'estuaire.

Déchets solides

Des déchets solides se forment dans les bassins à grumeaux et dans l'installation de traitement. Ce sont des déchets de caoutchouc qui ne peuvent être recyclés et des catalyseurs usés. Les autres installations produisent aussi des déchets comme on en trouve dans toute les usines. Un pour cent environ de l'ensemble des déchets est récupéré sous forme de caoutchouc solide. L'usine vend 20 % de ces déchets de caoutchouc solide à des fabricants d'articles en caoutchouc de qualité inférieure comme les jouets, et décharge le reste dans des terrains à assécher, avec l'autorisation du conseil du comté. Les substances contenues dans les déchets solides ne sont pas toxiques et ne posent pas de problèmes de pollution.

Bruit

Dans les usines de caoutchouc synthétique, le bruit provient des multiples séchoirs, pompes, moteurs, brûleurs de four et refroidisseurs à air. A l'usine de Mythe, l'atelier où le niveau du bruit est le plus élevé est celui de l'atelier de finissage où le caoutchouc est séché et mis en balles. Dans cet atelier, il est pratiquement impossible de se parler et il serait difficile de donner des instructions verbales en cas d'urgence. Les données fournies par la direction indiquent que le bruit dans cet atelier ne dépasse jamais 84 décibels et qu'aucun ouvrier n'y est exposé longtemps. Ce niveau est juste inférieur à la limite généralement acceptée de 90 décibels. Par conséquent, le risque d'effets nocifs sur l'audition des travailleurs de l'usine est, sinon nul, du moins très faible. Certains aménagements pourraient réduire le niveau du bruit dans l'atelier de séchage et de mise en balles et faciliter ainsi les communications orales. A l'extérieur de l'usine, le bruit s'affaiblit rapidement et ne pose pas de problèmes aux personnes habitant dans le voisinage.

IMPACTS ÉCOLOGIQUES

Avant la construction de l'usine de caoutchouc synthétique, la région était couverte d'une forêt de résineux et feuillus, chênes et ormes notamment, coupée de landes et de pâturages. La forêt et les pâturages sont maintenant en partie détruits. A certains endroits, il reste assez d'arbres pour une exploitation forestière; c'est le cas par exemple du petit bois situé entre l'estuaire et la limite nord-est du terrain de l'usine. Dans d'autres endroits, certains boqueteaux isolés ne peuvent continuer à être exploités parce qu'ils contiennent trop peu d'espèces. Les autres y sont trop exposés au vent et au soleil et ont peu de chance de survivre.

La faune de la région a été affectée par la modification de la végétation. L'habitat des gros animaux tels que les cervidés a été détruit à cause surtout des opérations de lotissement. La faune ne comprend plus maintenant que des animaux capables de vivre dans des petites parcelles de forêt et de lande : renards, lapins, écureuils, notamment, et nombreuses espèces d'oiseaux. On voit paître des poneys "sauvages" qui, en fait, appartiennent à des propriétaires.

L'implantation de l'usine de caoutchouc synthétique a préservé la faune et la flore dans certaines zones en empêchant de nouveaux lotissements et l'intrusion du public. En outre, les effets écologiques ont été limités parce qu'une réserve naturelle de près de 40 000 hectares, la New Forest, a été créée à quelques kilomètres. Les cervidés, par exemple, ont élu domicile dans cette réserve.

La faune marine ne semble pas avoir été affectée bien que la raffinerie, à elle seule, utilise 450 000 l/mn d'eau de mer pour le refroidissement. Les effluents chauds de l'industrie paraissent avoir eu un effet salubre sur la faune marine et l'estuaire de la Test est considéré comme un des meilleurs endroits pour la pêche au saumon.

Le plus grand banc d'huîtres du pays est situé près de la centrale de Fawley. La raffinerie, qui utilise de grandes quantités d'eau de mer pour le refroidissement de ses installations, n'a eu aucun effet nuisible sur les huîtres. On a même constaté que celles-ci se fixent mieux dans cette zone malgré la chaleur et la chloruration d'une partie de l'eau. Une entreprise de ramassage d'huîtres s'est installée derrière la centrale.

Conservation des sols

La fabrication de caoutchouc synthétique à partir d'huiles fossiles consomme des ressources non renouvelables, mais il est encourageant de constater que le service de recherche et de mise au point de l'usine a élaboré un procédé qui peut apporter une contribution importante à la lutte contre l'érosion éolienne. Plusieurs expériences de stabilisation des sols ont été effectuées avec succès dans les dunes de sable de l'Angleterre et dans les déserts du Moyen-Orient. Les chercheurs affirment qu'un mélange d'huile minérale et de latex synthétique, qui en séchant forme une mince pellicule de caoutchouc, protège le sable contre l'érosion du vent ou des eaux assez longtemps pour que l'on puisse y faire pousser des cultures qui fixent le sol. Le produit mis au point par l'usine de Hythe pourrait répondre aux besoins des principaux secteurs où une couverture végétale doit être reconstituée sous forme d'herbages ou de cultures. Les matières premières employées n'auraient aucun effet toxique.

Effets sociaux et économiques

Avantages pour le personnel

La firme a un club sportif florissant, grâce auquel le personnel peut pratiquer la navigation de plaisance, la pêche, etc.

Environ 20 % des 450 employés sont originaires de la région, les autres viennent d'autres parties de l'Angleterre. Les salaires sont légèrement plus élevés que dans les autres entreprises de la région.

Environ un tiers des employés habitent dans des maisons construites par les autorités locales; les loyers y sont réduits en raison de l'importance des taxes locales payées par la firme.

Les services publics, transports et écoles notamment, se sont améliorés.

Maladies professionnelles

Les ouvriers, en particulier ceux du service d'entretien et de l'emballage, se plaignent souvent de maux de reins. Un allègement des tâches exigeant de gros efforts physiques devrait être possible. Des cas isolés de lermatite ont été signalés par le centre médical.

Le centre médical roumet régulièrement, les ouvriers employés à la fabrication du styrène, à des numérations globulaires (formule blanche et plaquettes). On n'a signalé jusqu'ici ni des difficultés respiratoires dues à la pollution atmosphérique ou à la forte odeur des monomères, ni des lésions ou affections causées par le bruit excessif.

L'Institut international de producteurs de caoutchouc synthétique étudie actuellement les effets de toutes les substances utilisées dans l'industrie du caoutchouc synthétique.

Avantages pour l'économie

L'industrie du caoutchouc synthétique du Royaume-Uni apporte une contribution substantielle à l'économie nationale pour les raisons suivantes :

- a) Le Royaume-Uni n'a plus besoin d'importer du caoutchouc synthétique. On a calculé qu'au taux de consommation de 1970 le pays pourra ainsi économiser 50 millions de dollars tous les ans;
- b) Les fabricants britanniques d'articles en caoutchouc sont approvisionnés en caoutchoucs de qualité supérieure et peu coûteux, ce qui leur a permis de pénétrer sur des marchés d'exportation concurrentiels et d'accroître ainsi le volume des exportations du pays;
- c) On a enregistré en outre d'importantes exportation de caoutchouc synthétique vers une trentaine de pays, mais ces exportations pourraient diminuer à l'avenir parce que beaucoup de ces pays se lancent dans la production du caoutchouc synthétique.

Economie de la production

La production de l'usine s'est accrue de façon considérable puisque la capacité nominale est passée de 50 000 t/an en 1958 à 310 000 t/an en 1971-1972, et elle s'est diversifiée aussi puisqu'elle comprenait en 1971-1972 de l'ABS, des latex spéciaux et du styrène monomère. Les progrès réalisés sont illustrés par les chiffres suivants :

<u>Année</u>	<u>Produits</u>	<u>Capacité annuelle</u> (en milliers de tonnes)
1958	SBR (solide et latex)	50
1960	SBR (solide et latex)	90
1963	SBR (solide et latex)	100
1968	SBR (solide et latex)	130
1969	SBR (solide et latex)	130
	Styrène monomère	60
1970 ...	SBR (solide et latex)	180
	Styrène monomère	60
	ABS et latex spéciaux	30
1971/72	SBR (solide et latex)	220
	ABS et latex spéciaux	30
	Styrène monomère	60

Au cours de l'année 1959, qui a été la première année complète de production, les bénéfices de la firme après impôts se sont élevés à 808 000 dollars, ce qui pouvait être considéré comme un succès.

Fin 1963, la firme a ouvert à Grangemouth, en Ecosse, une nouvelle usine de caoutchouc polybutadiène. La quantité de solution polymère produite par cette usine est passée de 10 000 t/an à 100 000 t/an. En 1969, la firme a produit 60 000 tonnes de styrène monomère grâce à l'achat d'une usine déjà en service située à Hythe. Pour une firme qui utilise le styrène comme matière première pour ses produits, l'opération était intéressante.

En 1972, la firme s'est associée à une autre entreprise pour entreprendre la production de noir de carbone au four dans une usine située à Grangemouth qui a une capacité annuelle de 30 000 t/an. Le principal objectif de cette opération était de fournir aux fabricants de pneus des mélanges maîtres de noir de carbone ayant pour base le SBR en solution fabriqué à Grangemouth. Cependant, on estime généralement que les mélanges maîtres de noir de carbone n'ont pas obtenu beaucoup de succès auprès des fabricants de pneus.

L'industrie du SBR est devenue hautement compétitive au Royaume-Uni parce qu'elle doit payer pour ses importations de butadiène un droit douane trois fois plus élevé que celui qui est payé par les industries concurrentes d'autres pays européens, mais la firme a une structure souple qui lui permet de s'adapter à l'évolution de la demande.

IV. ASPECTS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DU CAOUTCHOUC NATUREL ET DU CAOUTCHOUC SYNTHETIQUE

L'absence de renseignements précis et les variations des cours des matières premières n'ont pas permis à l'équipe de déterminer les coûts comparatifs de la production du caoutchouc naturel et du caoutchouc synthétique. Mais certaines généralisations peuvent être faites, comme on le verra ci-après.

Coût de production

Etant donné que la production du caoutchouc naturel exige beaucoup de main-d'oeuvre, la rémunération du personnel est un des éléments les plus importants du coût de production; mais ce coût est sensiblement réduit par l'accroissement du rendement à l'hectare.

D'après les études faites dans les grandes entreprises de certains pays producteurs de caoutchouc synthétique, on peut conclure que le coût des matières premières, qui échappe à l'influence de l'industrie du caoutchouc synthétique, représente plus de 70 % du prix de revient du SBR.

Investissements

On considère que dans les pays développés le seuil de rentabilité d'une usine de SBR est de 40 000 t/an. En Inde, l'usine de SBR, qui est liée à l'agriculture et dispose d'une capacité de production de 30 000 t/an, a nécessité un investissement de 40 millions de dollars. L'investissement par tonne (1 330 dollars) est très supérieur à celui (500 dollars) qu'exige une usine de SBR de taille moyenne dans un pays développé. L'équipe n'a pu réunir aucun chiffre comparable pour la production du caoutchouc naturel en Inde, parce que les petites plantations sont trop nombreuses et que le prix de la terre varie selon la taille des exploitations et les régions considérées.

Quoi qu'il en soit, on peut conclure qu'une petite exploitation produisant du caoutchouc naturel serait rentable pour peu qu'elle produise au moins une tonne par an.

Possibilités d'emploi

On trouvera dans le tableau ci-dessous une comparaison des possibilités d'emploi pour les trois types de production étudiés :

<u>Type de caoutchouc</u>	<u>Ouvriers (effectif)</u>	<u>Production (t/an)</u>	<u>Nombre d'ouvriers 1 000 tonnes</u>
Caoutchouc naturel (1973)	150 000	123 000	1 219
SBR, lié à l'agriculture, Inde, 1973	1 570	21 000	75
SBR, lié à la pétrochimie, Royaume-Uni, 1971/1972	450	250 000 ^{a/}	1,8

^{a/} Y compris 30 000 tonnes d'ABS et de latex spéciaux, mais non compris 60 000 tonnes de styrène monomère.

V. FABRICATION D'ARTICLES DE CAOUTCHOUC EN INDE

Il n'a fallu que 25 ans pour que l'industrie du caoutchouc devienne une des grandes industries de l'Inde. Cette industrie couvre presque entièrement les besoins du pays en pneus et chambres à air d'automobiles, pneus et chambres à air de bicyclettes, croissants de rochapage, chaussures, courroies de convoyeurs, courroies en V et courroies de ventilateurs, et divers articles en caoutchouc, mais elle s'est également assuré d'importants débouchés à l'exportation. On estime que près de 2 000 usines de caoutchouc - grandes, moyennes et petites - sont disséminées dans tout le pays et qu'elles emploient 150 000 personnes environ. L'Inde est aujourd'hui le dixième fabricant d'articles en caoutchouc. Comme l'indiquent les chiffres ci-dessous, la consommation de caoutchouc naturel, synthétique et régénéré a constamment augmenté pendant les 10 dernières années, au point qu'elle a presque doublé entre 1963 et 1973.

<u>Année</u>	<u>Consommation</u> <u>(tonnes)</u>
1963/64	81 096
1964/65	85 711
1965/66	95 092
1966/67	103 190
1967/68	109 704
1968/69	128 022
1969/70	130 734
1970/71	134 745
1971/72	145 435
1972/73	151 507

Produits manufacturés

Pneus et chambres à air d'automobiles

Les pneus et les chambres à air d'automobiles représentent 50 à 55 % du total de la consommation de caoutchouc du pays. Cette production est assurée à l'heure actuelle par neuf usines appartenant à sept sociétés. La production a augmenté de la façon suivante pendant la période 1966-1972.

<u>Année</u>	<u>Production de pneus</u> (nombre)
1966	2 580 553
1967	2 705 739
1968	3 438 351
1969	4 015 014
1970	4 040 946
1971	4 659 129
1972	4 978 218

Comme la demande de pneus et de chambres à air devrait normalement doubler pendant la période 1974-1979, le gouvernement a autorisé la construction de nouvelles unités de production et a attribué des permis d'extension aux sociétés existantes. On prévoit que le pays disposera en 1979 d'une capacité de production autorisée se montant à 11 millions de pneus mais, du fait de la crise du pétrole et du récent affaiblissement de la demande de pneus, on ne peut dire avec exactitude dans quelle mesure sera employée cette capacité de production.

Pneus et chambres à air de bicyclettes

L'Inde est un des plus gros producteurs de pneus et de chambres à air de bicyclettes du monde. Elle dispose de 20 grandes unités de production et d'une trentaine de petites. On estime que la production de pneus et de chambres à air de bicyclettes est à l'heure actuelle de 33 millions de pièces et que la demande sera de 60 millions en 1979.

Croissants de rechapage

Les croissants, qui sont des bandes de roulement servant au rechapage des pneus usagés, viennent au troisième rang des produits fabriqués; cette production est approximativement de 20 000 tonnes/an. Etant donné le coût élevé des pneus neufs, la production devrait normalement doubler en 1979.

Articles divers en caoutchouc

Les trois grands articles mentionnés ci-dessus représentent au poids 65 % de la production totale d'articles en caoutchouc, mais les 35 % restants regroupent une gamme étendue d'autres produits. La ventilation de ces produits est évaluée ci-dessous en pourcentage :

Chaussures en caoutchouc et en toile	11,7
Courroies	4,2
Mousse de latex et articles gonflés par trempage	4,5
Tuyaux	2,9
Câbles	0,9
Tissus imperméables	0,5
Bacs d'accumulateurs	0,9
Boue	0,2
Divers	9,2
	<hr/>
	35,0

Ces articles sont fabriqués par plus de 1 700 usines, dont la production totale est évaluée à 1,2 milliard de roupies (160 millions de dollars).

Usine de pneumatiques No 1, région de Madras

L'usine de pneumatiques d'Ambattur est entrée en service en 1959. A cette époque la production de pneus était en Inde très inférieure à la demande. D'après les prévisions du second plan quinquennal, la demande de pneus de camions, de motos, de bicyclettes et de bicyclettes devait accentuer la pénurie; c'est pourquoi il a fallu installer une nouvelle usine près de Madras, pour pourvoir aux besoins de l'Inde méridionale, qui ne disposait encore d'aucune grande usine de pneumatiques.

Les recherches ont été commencées en 1956 pour découvrir un emplacement favorable à cette usine : il fallait surtout trouver de l'eau en quantité suffisante. La société a demandé le concours du Geological Survey of India, et le choix s'est porté sur Ambattur, village qui dispose de nombreux puits à fort débit et qui est situé à 16 km de Madras. Cette localité dispose également de descentes routières et ferroviaires proches de l'emplacement retenu. D'autres facteurs tels que les disponibilités en main-d'oeuvre et les possibilités d'extension ont été également pris en considération. On verra sur la carte 4 l'emplacement de l'usine.

Le terrain, les bâtiments et les installations ont coûté approximativement 25 millions de roupies (3,3 millions de dollars). La gamme de production de l'usine se limitait au début aux pneus de camions et de bicyclettes et aux croissants. Le matériel installé était de conception très moderne. Cette gamme de production est aujourd'hui complétée par la fabrication de pneus de voitures, de motocyclettes, de cyclomoteurs et d'engins blindés, de chambres à air de camions et de bicyclettes, et également d'accessoires tels que les agents vulcanisants, les dissolutions de caoutchouc et les jantes de bicyclettes. La société a en outre investi 100 millions de roupies (13,3 millions de dollars) pour mener à bien ses divers programmes d'extension. L'usine, qui employait au début environ 600 personnes, en emploie aujourd'hui 2 750.

La capacité de production est la suivante (nombre de pièces, à l'exception des croissants) :

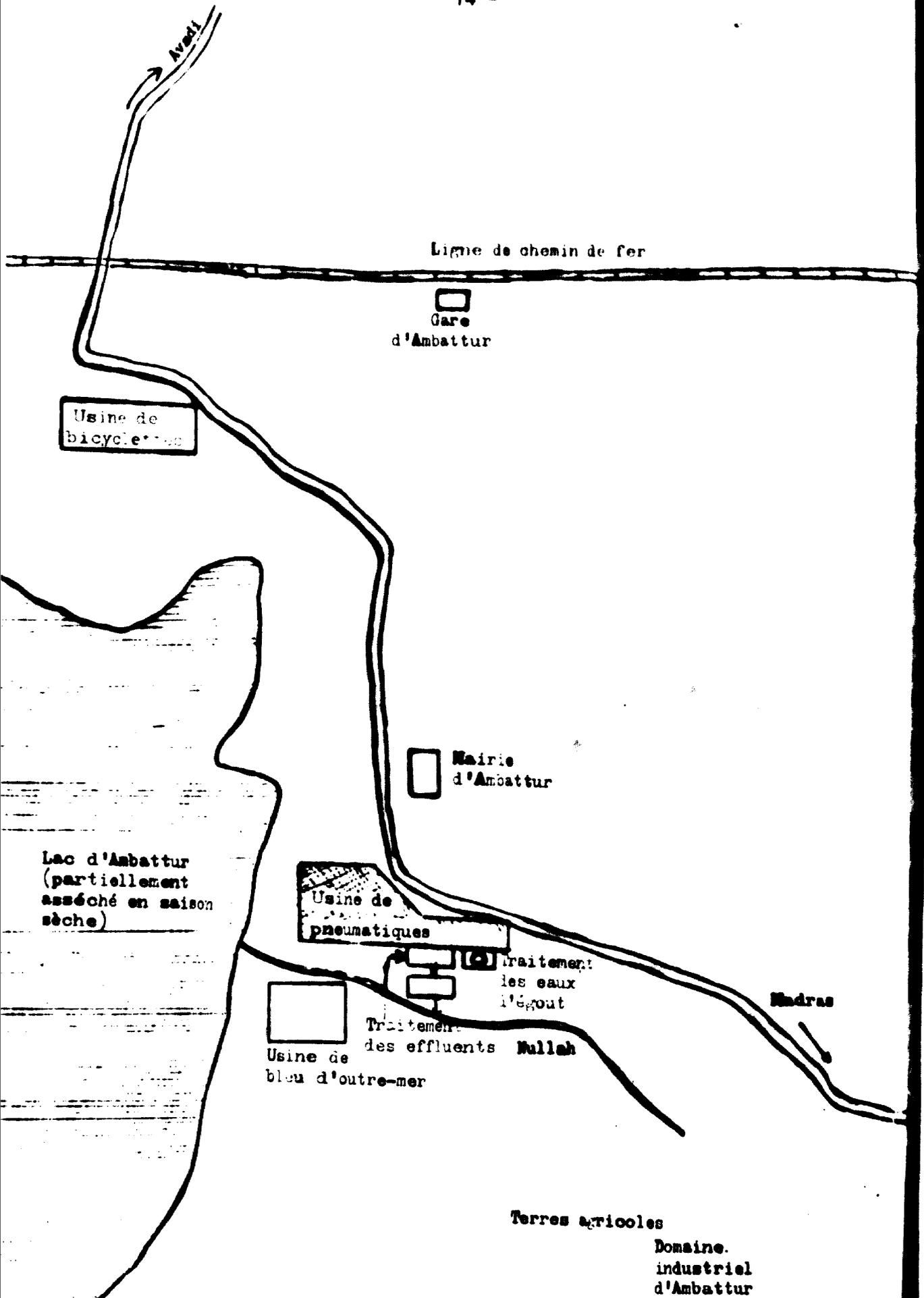
- Pneus de camions, de voitures et de scooters	901 700
- Pneus de bicyclettes	6 090 000
- Chambres à air de camions, de voitures et de scooters	510 000
- Chambres à air de bicyclette	5 336 000
- Croissants (kg)	600 000
- Jantes de bicyclettes	760 000

Fabrication des pneumatiques

Les fabricants de pneumatiques produisent de nombreux types de pneus destinés à toute une gamme de véhicules, qui comprend notamment les voitures de tourisme, les poids lourds (cars et camions), tracteurs agricoles et aéronefs. Le choix du caoutchouc, les ingrédients des mélanges et les proportions varient selon le type de pneu. Le pneu se compose de quatre parties principales : la bande de roulement, les flancs, la carcasse et les talons. Chaque partie joue un rôle différent et exige une proportion différente de matières premières. Par exemple, la bande de roulement doit durer longtemps et assurer une bonne traction, tandis que les flancs doivent être très souples. Le mélange utilisé pour la fabrication de pneus se compose essentiellement de caoutchouc naturel et de caoutchouc synthétique, de diverses charges, d'extendeurs et de durcisseurs, d'agents de cuisson et d'accélérateurs, d'antioxydants et de pigments. Les charges, les extendeurs et les durcisseurs servent à augmenter le poids ou le volume du produit fini, tout en lui donnant une grande résistance à la rupture, au déchirement et à l'abrasion. Le noir de carbone et l'huile minérale sont les matières les plus couramment employées.

La fabrication des pneus se décompose normalement de la façon suivante :

- Mélange des matières premières;
- Emploi des mélanges pour les quatre éléments du pneu;
- Confection, moulage et finition.



Carte 4 - Emplacement de l'usine de pneumatiques No 1, à Madras

Les mélanges

Pour les opérations de mélange, les deux machines les plus importantes sont le malaxeur Banbury et les mélangeurs à cylindres. Le malaxeur Banbury, qui mélange le caoutchouc et les autres ingrédients en vase clos et par fournées successives, est la principale machine de cet atelier. Le mélange se décompose en deux phases. Premièrement, le caoutchouc est mélangé aux charges, aux agents d'extension et aux renforceurs, aux pigments et aux antioxydants pour faire ce que l'on appelle le mélange maître. Etant donné qu'aucun agent de cuisson n'y est encore ajouté, ce mélange a une longue durée de conservation; quelle que soit la formule, ce mélange peut être préparé en grande quantité et stocké pour emploi ultérieur. Les agents de cuisson et les accélérateurs sont ajoutés pendant la seconde opération; et le mélange obtenu, qui ne se conserve pas longtemps et doit être employé presque immédiatement, s'appelle le mélange final.

Le noir de carbone et l'huile sont ajoutés pendant la première opération. Le noir de carbone est une poudre impalpable qui se répand très facilement dans l'air. Pour éviter sa dispersion dans l'air et faciliter la tâche des services de nettoyage, les usines modernes sont équipées de convoyeurs Redler qui introduisent automatiquement le noir de carbone. L'huile est elle aussi introduite automatiquement dans la chambre du malaxeur Banbury pour éviter toute manipulation malpropre. L'atelier est équipé d'une installation de dépoussiérage pour réduire la pollution de l'air due à l'emploi du noir de carbone et d'autres poudres.

Le mélange ainsi obtenu passe ensuite dans une série de mélangeurs à cylindres et en sort sous forme de feuille. Ces feuilles sont poisseuses et elles sont généralement enduites d'un coulis de craie qui les empêche de se coller les unes aux autres pendant la durée du stockage. La craie se retrouve souvent dans les effluents, par suite des éclaboussures et du lavage des sols, et elle pose également des problèmes d'entretien et d'évacuation. La pollution est encore aggravée par les fuites d'huile et d'eau qui passent par les joints d'huile des mélangeurs à cylindres, ainsi que par les poussières et l'huile qui passent par les joints antipoussières des malaxeurs Banbury.

Le mélange final est ensuite transformé pour fabriquer les différents éléments du pneu. Cette transformation exige plusieurs procédés parallèles pour passer du boudin en feuille et des autres matières premières aux éléments principaux du pneu : les talons, la bande de roulement et les toiles. Les talons sont des tringles métalliques noyées dans la gomme et placées à l'endroit où le pneu est en contact avec la jante; ce sont les talons qui permettent de fixer le pneu à la jante. La bande de roulement est la partie du pneu qui est en contact avec la surface de la route; ses sculptures et sa composition varient selon l'utilisation du pneu. Les toiles sont des tissus synthétiques, habituellement de la rayonne ou du nylon, imprégnés de gomme et découpés à la taille voulue. Ce sont les toiles qui forment la carcasse du pneu et lui donnent sa résistance.

Utilisation des mélanges pour les divers éléments

Pour fabriquer des bandes de roulement, le mélange est chargé manuellement dans un réchauffeur à cylindres. Le mélange est alors complété et chauffé par la chaleur engendrée par la conversion de l'énergie mécanique des cylindres. La température est réglée par l'eau de refroidissement qui circule à l'intérieur de la machine. Le mélange passe ensuite dans un broyeur puis dans un réchauffeur, avant d'arriver dans un autre mélangeur à cylindres qui le malaxe une dernière fois et le transforme en une feuille mince qui alimente en continu une boudineuse. La taille des matrices montées sur la boudineuse varie selon les dimensions de la bande de roulement. La bande de roulement sort de la boudineuse sous forme de profilé continu dont la température est encore assez élevée pour le rendre poisseux. Une couche de gomme intermédiaire est placée sous la bande de roulement. Quand un mélange distinct est nécessaire pour la fabrication des flancs, comme dans la plupart des pneus de camion, deux mélangeurs à cylindre sont couplés pour fabriquer la bande de roulement et les flancs à partir de deux mélanges différents. La bande de roulement est ensuite coupée à la largeur voulue, refroidie dans un bac à eau, calibrée et coupée à la longueur voulue. Les ébarbures sont évacuées par convoyeur et réintroduites dans les opérations de fabrication.

Dans cet atelier, les problèmes d'eau usée sont dus aux filtres à huile et d'eau qui se produisent dans les diverses machines, ainsi qu'au déversement occasionnel de l'eau de refroidissement.

Les toiles sont fabriquées par pénétration du mélange dans un tissu préalablement traité. Le tissu sort d'un dévidoir et passe à tension tendue dans une boudineuse pour arriver ensuite dans un bac de trempage rempli de latex. Après trempage et avant détente, le tissu passe dans une installation d'aspiration, où il perd l'excès de latex, et il arrive dans une chambre de séchage. Après cette opération, le tissu s'imprègne de caoutchouc en passant dans une calandre. On découpe ensuite la toile pour faire des nappes qui sont assemblées selon un biais donné. L'angle et la longueur des nappes varient selon la dimension du pneu. La gomme servant à imprégner le tissu subit les mêmes opérations que celle qui passe dans la boudineuse des bandes de roulement : réchauffement et alimentation en bande.

Dans cet atelier, les problèmes d'effluents sont dus aux dégouttées du latex et aux fuites d'huile et d'eau.

Pour la fabrication des talons, le caoutchouc passe à travers le petit orifice d'une boudineuse et arrive sur une série de fils d'acier à revêtement de cuivre, qui sont encollés de dissolution, enrobés de caoutchouc et coupés. Les problèmes d'effluents sont semblables à ceux que produit la boudineuse des bandes de roulement.

Confection, moulage et finition

Le pneu est monté sur un tambour rotatif et repliable qui lui donne une forme cylindrique. Les talons et les nappes sont placés en quantité voulue sur le tambour. On fixe les talons au pneu en repliant l'extrémité des nappes.

Enfin, la bande de roulement est solidement mise en place sur cet ensemble. Ce cylindre, que l'on appelle un pneu cru, est séparé du tambour avant de subir les dernières opérations de fabrication. Avant le moulage, l'intérieur du pneu cru est peint avec une solution à base d'eau. Dans la mesure où cette solution est répandue ou inemployée avant le nettoyage du week-end, on risque de la retrouver dans les eaux usées.

Le pneu est ensuite moulé sur une presse automatique. Un sac de cuisson, fabriqué avec une gomme de composition donnée, est placé et gonflé à l'intérieur du pneu pour lui donner sa forme définitive. Le moule est refermé sur le pneu ainsi mis en forme, et le chauffage est assuré par un courant de vapeur qui passe dans le moule et dans le sac. L'excès de gomme et l'air emprisonnés dans le moule s'échappent par des événements. Au bout d'un certain temps de cuisson, calculé en fonction de la température, la presse s'ouvre automatiquement et le pneu est retiré avec le sac à l'intérieur; le sac est vidé de son eau de condensation et il est sorti du pneu au moyen d'une machine spéciale.

Avec la méthode de moulage la plus récente, appelée moulage Bagomatic, c'est une vessie de galbage qui reste dans la presse pendant plusieurs cuissons successives, dont le nombre varie selon la durée de la vessie. Après chaque cuisson, une solution contenant des silicones est pulvérisée dans les moules. Après un certain nombre de cuissons, les moules sont également nettoyés par projection de sable ou de grenaille.

Pendant les opérations de moulage, la vapeur qui s'échappe des presses fait monter la température dans les ateliers. Dans la plupart des cas, quand une usine dispose d'un grand nombre de presses, une fuite peut toujours survenir dans un moule. Il existe aussi une faible possibilité que les sacs et les vessies de galbage éclatent. L'eau et les huiles de graissage, qui sont abondamment employées dans cet atelier, peuvent contaminer l'eau des effluents.

Après le moulage du pneu, il ne reste plus qu'à faire les opérations de finissage. Ces opérations comprennent l'ébarbage des bavures formées dans les événements et, éventuellement, le meulage des surfaces inégales. Dans le cas des pneus à flanc blanc, un meulage supplémentaire est nécessaire.

Les bavures sont de petits bâtonnets de caoutchouc cuit. Après ramassage, elles servent à la fabrication de caoutchouc régénéré ou elles sont mises au rebut pour être évacuées avec les autres déchets. Les poussières résultant du meulage des pneus sont des particules relativement petites qui restent assez longtemps en suspension dans l'air. Elles sont recueillies par une installation de dépoussiérage de type cyclone.

Après ébarbage et meulage, quelques pneus exigent encore le nivellement des surfaces intérieures. Les pneus de voitures de tourisme, notamment les pneus à flancs plats, sont peints au pistolet. Bien que cette opération se fasse en local clos, elle pollue l'air.

On verra à la figure VII le schéma de la circulation de l'eau dans une usine de pneumatiques type.

Le procédé de fabrication décrit ci-dessus s'applique à la fabrication des pneus de voitures de tourisme et des pneus de camions ordinaires. Les pneus de gros camions et ceux des tracteurs tout terrain sont cuits dans de très grands moules dont le fonctionnement n'est pas automatique. Des engins de levage sont nécessaires pour ouvrir et reformer les moules. La cuisson doit durer plusieurs heures. Les variations qui interviennent dans le procédé de fabrication ne modifient pas sensiblement les problèmes de pollution. Les croissants sont des bandes de roulement que l'on emploie pour le rechapage des pneus. Leur procédé de fabrication et les problèmes de déchets qui en découlent sont les mêmes que ceux qui ont été décrits ci-dessus pour le profilage des bandes de roulement.

Fabrication des chambres à air

Le procédé de fabrication des chambres à air est analogue à celui que l'on a décrit pour la fabrication des pneus, dans la mesure où il s'agit des phases de fabrication suivantes :

- Mélange du caoutchouc avec les autres matières premières;
- Boudinage du mélange pour mettre en forme la chambre à air;
- Confection et moulage pour obtenir le produit fini.

Mélanges

Des malaxeurs Banbury et des mélangeurs à cylindres servent à faire le mélange maître et le mélange final. L'emploi du butyle pour la fabrication des chambres à air est la seule différence, mais elle est de peu d'importance. En outre, une solution de savon est employée à la place du coulis de craie

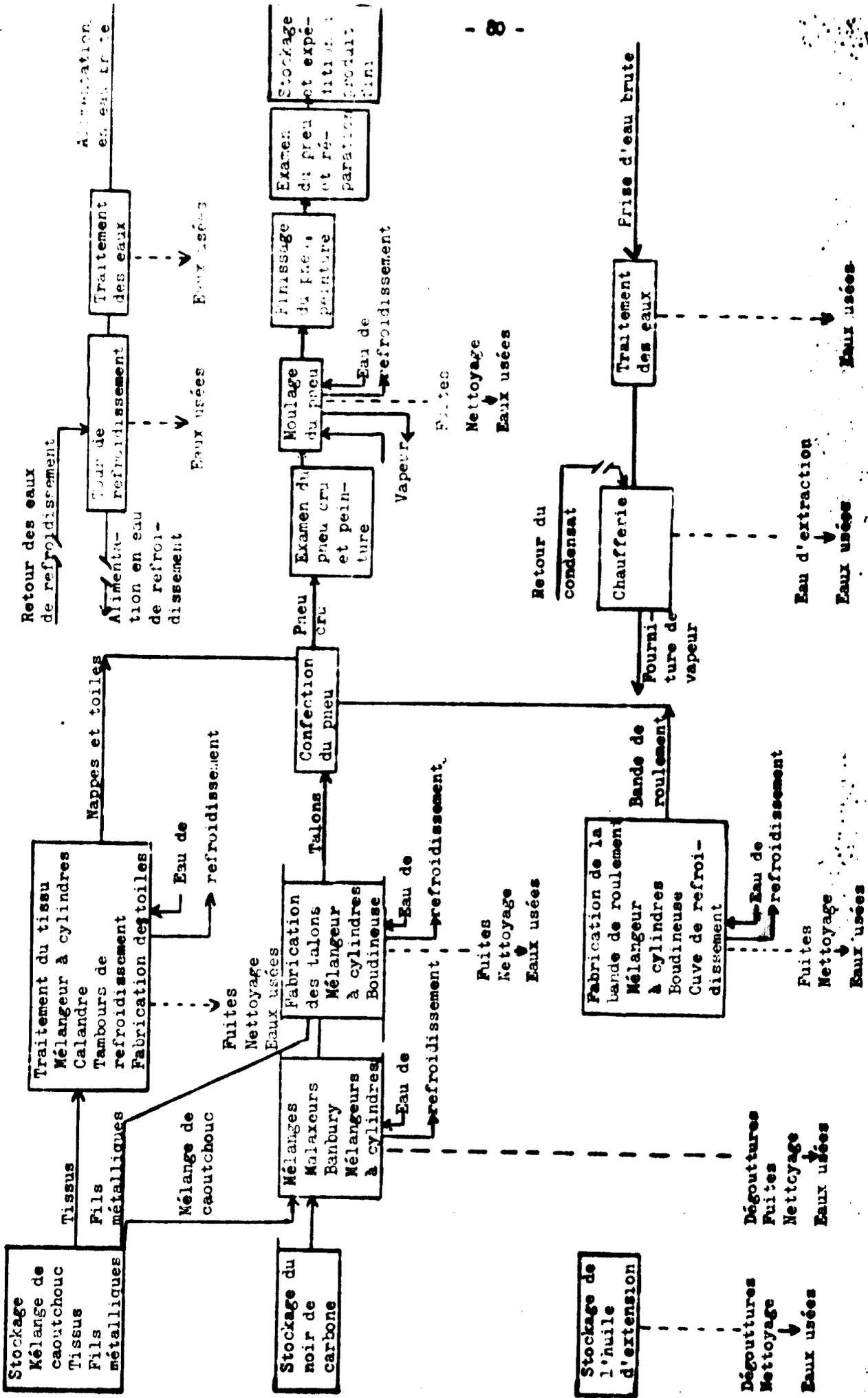


FIGURE VII - Schéma de la circulation de l'eau dans une usine de fabrication de pneus

pour enduire le mélange maître. La solution de savon n'est pas rejetée, est absorbée par le mélange. Les problèmes d'effluent que posent les fuites et les dégouttures de matières huileuses et les poussières sont identiques à ceux de l'atelier des mélanges d'une usine de pneus.

Boudinage

Le boudinage des chambres à air est identique à celui des bandes de roulement, à cela près que le caoutchouc est profilé sous forme de spirales continues. Du talc est pulvérisé à l'intérieur de la chambre à air pendant son profilage par la boudineuse, de façon à éviter que ses parois ne se collent. Après marquage de la dimension, la chambre à air passe dans une cuve d'eau de refroidissement. Après refroidissement, l'eau est retirée de la chambre dont la surface extérieure est ensuite talquée. L'excédent de talc doit être recueilli par une installation de dépoussiérage. Les autres problèmes de déchets sont identiques à ceux que l'on rencontre dans la fabrication de la bande de roulement des pneus.

Après boudinage, la chambre à air est coupée à la longueur voulue et ses deux extrémités sont soudées. La valve est ensuite fixée.

Moulage

Après fixation de la valve, les chambres à air sont moulées dans des presses chauffées à la vapeur. Après moulage, elles sont examinées et emballées pour être expédiées.

Effets sur l'environnement

L'équipe a constaté que les ateliers suivants risquaient d'être inadaptés et qu'ils pouvaient polluer l'environnement :

- Malaxeur Banbury et préparation des mélanges;
- Trempage au latex;
- Utilisation du naphta pour la fabrication des carcasses;
- Moulage;
- Moulage des pneus et sacs de cuisson;

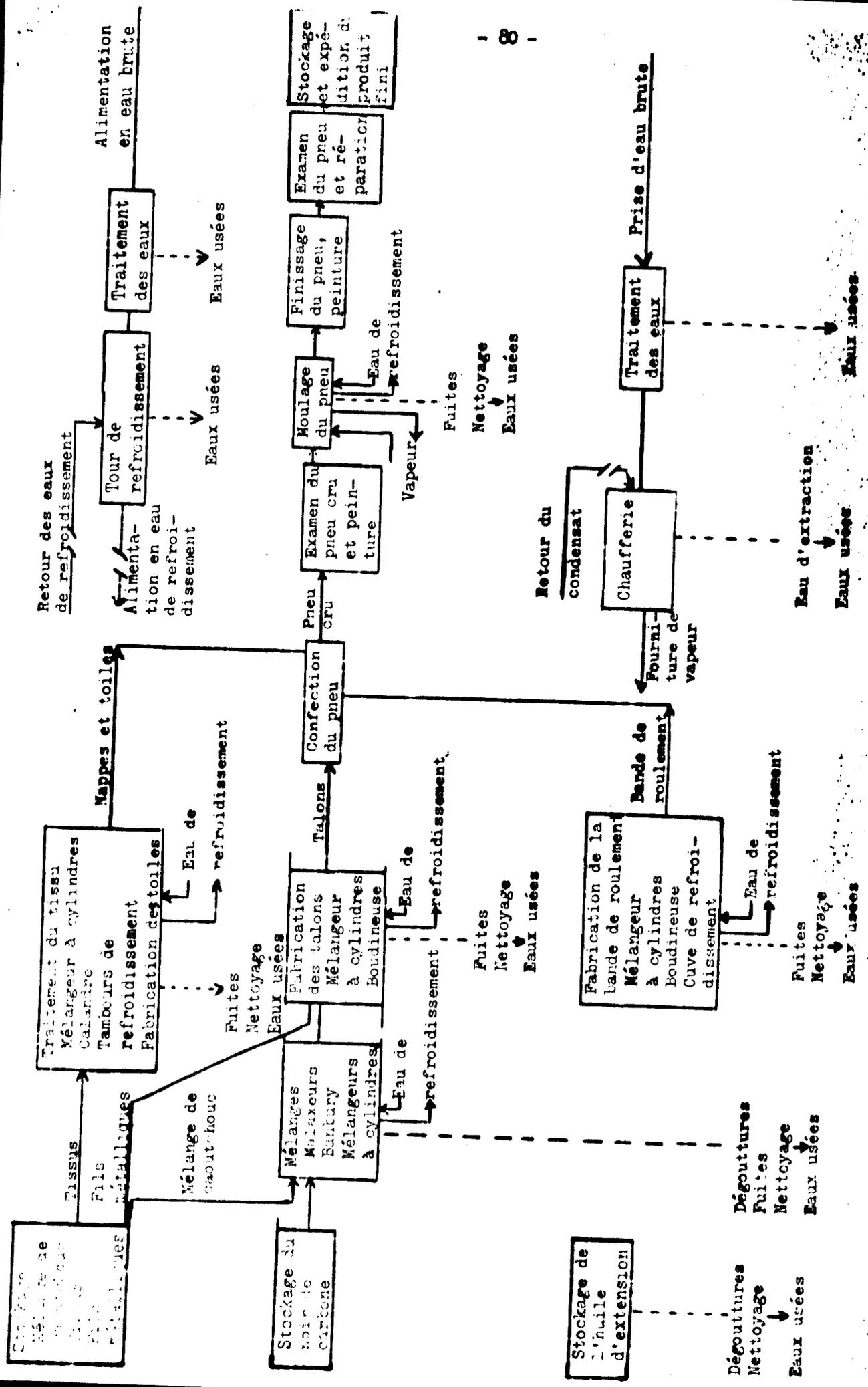


Figure VII - Schéma de la circulation de l'eau dans une usine classique de pneus

pour enduire le mélange maître. La solution de savon n'est pas rejetée, elle est absorbée par le mélange. Les problèmes d'effluent que posent les fuites et les dégouttures de matières huileuses et les poussières sont identiques à ceux de l'atelier des mélanges d'une usine de pneus.

Boudinage

Le boudinage des chambres à air est identique à celui des bandes de roulement, à cela près que le caoutchouc est profilé sous forme de cylindre continu. Du talc est pulvérisé à l'intérieur de la chambre à air pendant son profilage par la boudineuse, de façon à éviter que ses parois ne se collent. Après marquage de la dimension, la chambre à air passe dans une cuve d'eau de refroidissement. Après refroidissement, l'eau est retirée de la chambre dont la surface extérieure est ensuite talquée. L'excès de talc doit être recueilli par une installation de dépoussiérage. Les autres problèmes de déchets sont identiques à ceux que l'on rencontre dans la fabrication de la bande de roulement des pneus.

Après boudinage, la chambre à air est coupée à la longueur voulue et ses deux extrémités sont soudées. La valve est ensuite fixée.

Moulage

Après fixation de la valve, les chambres à air sont moulées dans des presses chauffées à la vapeur. Après moulage, elles sont examinées et emballées pour être expédiées.

Effets sur l'environnement

L'équipe a constaté que les ateliers suivants risquaient d'être pollués par des huiles lubres et qu'ils pouvaient polluer l'environnement :

- Malaxeur Banbury et préparation des mélanges;
- Trempage au latex;
- Utilisation du naphta pour la fabrication des carcasses;
- Moulage;
- Moulage des parties et sacs de cuisson;

- Sablage des moules;
- Boudinage des chambres à air;
- Emanations gazeuses et effluents;
- Déchets solides.

Malaxeur Banbury et préparation des mélanges

L'usine est munie d'un système Redler pour alimenter automatiquement la chambre du malaxeur Banbury en noir de carbone. L'installation de dépoussiérage fonctionnait de façon satisfaisante au moment où l'équipe a visité l'usine. Mais il conviendrait d'étudier de plus près les ateliers où sont manipulés les produits en vrac et où sont préparés les mélanges maîtres de noir de carbone. Pour réduire les risques dus à la contamination de l'air, les ouvriers de cet atelier bénéficient de distributions gratuites de lait.

Trempe au latex

Les cuves de trempage au latex contiennent du formaldéhyde et d'autres produits chimiques qui produisent dans cet atelier des émanations très désagréables. Le problème le plus grave est dû au fait que les égouttures sont évacuées par les effluents.

Utilisation de naphta pour la fabrication des carcasses

De rares cas de dermatite ont été signalés parmi les ouvriers dont les mains étaient en permanence au contact avec des tampons trempés dans le naphta. Ces cas seraient dus à des allergies temporaires, et les ouvriers s'immuniseraient progressivement.

Atelier de moulage

L'emploi de la vapeur provoque une forte élévation de la température dans l'atelier de moulage. Les conditions de travail sont particulièrement pénibles pendant l'été. La ventilation de cet atelier a fait l'objet de soins particuliers pendant la construction de l'usine et l'on a notamment tenu compte de la direction des vents. Les inspecteurs des établissements industriels se préoccupent normalement de cette question avant d'approuver les plans de construction. Les ouvriers risquent de se déshydrater pendant l'été parce qu'ils transpirent abondamment. La direction de l'usine a fait distribuer pendant l'été des comprimés pour compenser les pertes d'électrolytes dues à la transpiration. Ces comprimés se composent en proportion voulue des ingrédients suivants : lactate de calcium, chlorure de potassium, sulfate de magnésium, chlorure de sodium, citrate de sodium, bisulfate de sodium et glucose.

Des silicones sont pulvérisés à l'intérieur des moules, mais à distance suffisante pour que l'ouvrier n'en subisse pas les effets nocifs.

Cet atelier fait beaucoup de bruit pendant les deux opérations suivantes qui ont lieu simultanément : gonflage du sac de cuisson au moment de son introduction dans le pneu cru et mise en forme du pneu dans les presses hydrauliques. Aucun trouble de l'audition n'a pourtant été signalé. L'emploi du procédé Bagomatic moderne et automatique, dans lequel un diaphragme remplace le sac de cuisson, élimine cette source de bruit.

Meulage des pneus et sacs de cuisson

Les petites réparations qui se font dans l'atelier de finissage nécessitent un meulage des pneus, qui produit de la poussière de caoutchouc; mais ce meulage n'est jamais très important, et l'on peut penser que les précautions habituelles - installations de dépoussiérage et port d'une gaze sur le nez - sont satisfaisantes.

Dans l'atelier de réparation des sacs de cuisson, les opérations de meulage sont assez importantes pour occasionner une pollution par la poussière. Les installations de dépoussiérage doivent être plus puissantes, et les ouvriers doivent porter des masques à gaz. Comme toujours, les ouvriers n'aiment pas porter un masque à gaz et préfèrent se couvrir la bouche et le nez avec une gaze. Dans toute la mesure possible, il convient d'éliminer la réparation des sacs en employant des mélanges appropriés. Dès qu'un sac a atteint sa durée d'utilisation normale, il faudrait le mettre au rebut.

Sablage des moules

Le sablage des moules, bien qu'il ait lieu dans un espace clos et que l'ouvrier suive la progression du travail à travers une vitre, produit beaucoup trop de particules sableuses dont certaines pénètrent dans les voies respiratoires et peuvent être la cause de maladies pulmonaires. L'usine est maintenant équipée pour faire ce travail par projection de grenaille, ce qui est beaucoup moins dommageable pour la santé.

Boudinage des chambres à air

L'utilisation de la craie pendant le boudinage des chambres à air projette de la poussière dans l'air et fait de cette opération une des plus désagréables pour les ouvriers. Les installations d'absorption n'ont qu'un effet limité. Les ouvriers travaillant dans cet atelier devraient passer périodiquement des examens médicaux. Dans toute la mesure possible, il conviendrait d'utiliser des coulis.

Emissions gazeuses et effluents

L'équipe a parcouru rapidement les zones de pollution situées à l'intérieur de l'usine. La chaudière de l'usine est alimentée au mazout, et la cheminée est assez élevée pour que la fumée se répande au loin.

L'usine consomme approximativement une moyenne de 2,7 millions de litres d'eau par jour. Elle est équipée d'un système de traitement des effluents et d'un système de traitement des eaux d'égout, qui coûtent approximativement 500 000 roupies (66 000 dollars) par an.

Les effluents sont recueillis dans deux grands réservoirs, dont l'un sert au traitement pendant que l'autre reçoit les eaux à traiter. Dans le premier, les effluents sont traités avec de l'alun à concentration de 0,5-1 kg/1 000 l, ils se décantent et sont pompés dans des lits de filtration munis de copeaux et de sciure de bois. A la sortie des lits de filtration, l'effluent se déverse dans des bassins de décantation avant d'être évacué dans les conduites.

Les eaux d'égout sont tout d'abord recueillies dans un bassin de décantation, et les boues ainsi obtenues sont séchées à proximité dans des lits de séchage recouverts d'une toiture. A la sortie du bassin de décantation, le liquide passe par un syphon à dosage automatique et arrive dans des lits de filtration, remplis d'éclats de granite et munis d'un sprinkler rotatif. A la sortie des lits de filtration, le liquide passe dans une chambre d'humus avant d'être évacué dans le canal.

Les pompes, les sprinklers, etc., étaient à l'origine fournis par une société britannique, mais on trouve maintenant sur place un équipement équivalent.

L'équipe s'est fait remettre quelques exemplaires des analyses des effluents déversés dans le canal. Ces analyses sont reproduites aux tableaux 3 et 4. Les rejets sont déversés dans un canal dont les eaux sont surtout destinées à l'agriculture, et les exploitants qui se servent de cette eau ne se sont pas plaints. En fait, la région manque tellement d'eau que les eaux rejetées sont très convoitées par les agriculteurs.

Tableau 3

Résultats des analyses des effluents et des eaux d'égout
rejetés par l'usine de pneumatiques No 1

(tous les résultats, à l'exception du pH et du sodium,
sont exprimés en ppm)

<u>Essais</u>	<u>Rejet des effluents à midi, le 18 octobre 1974</u>	<u>Moyenne des rejets des effluents entre 10 heures et 17 heures, le 21 octobre 1974</u>	<u>Rejet des eaux d'égout</u>
pH	6,5	5,5	5,5
Total des matières en dissolution	1 210	1 435	1 425
Sulfate (SO ₄)	540	789	443
Chlorure (Cl)	170	195	213
Sodium (pourcentage)	22,7	14,9	3,5
DBO, 5 jours à 20° C	600	1 050	900
Huiles et graisses	38	62	Néant
Bore (B)	Néant	Néant	Néant
DCO	269	289	340

Tableau 4

Résultats des analyses des eaux d'égout et des effluents de l'atelier de jantes, à l'usine de pneumatiques No 1

(tous les résultats, à l'exception du pH et du sodium, sont exprimés en ppm)

<u>Essais</u>	<u>Eaux d'égout (près du nouveau dépôt de matières premières)</u>	<u>Eaux d'égout (à l'ouest des nouveaux entrepôts)</u>	<u>Effluents de l'atelier de jantes</u>
pH	5,5	6,5	6,0
Natières solides totalement dissoutes	995	2 210	1 982
Sulfates (SO ₄)	284	516	961
Chlorure (Cl)	142	532	213
Sodium (pourcentage)	3,8	2,5	14,1
DBO, 5 jours à 20° C	700	1 000	1 200
Huiles et graisses	5	44	86
Bore (B)	Néant	Néant	Moins de 1
DOO	118	181	502
Chrome total (Cr)	-	-	6,0
Chrome hexavalent (Cr)	-	-	2,5
Nickel (Ni)	-	-	Néant
Natières organiques (par digestion au permanganate)	-	-	217

Les boues recueillies à la sortie des installations de traitement des eaux d'égout sont utilisées pour fumer les terres de l'exploitation agricole appartenant à l'usine où l'on cultive le riz et les légumes destinés à la cantine de l'établissement.

Les déchets solides

Les boues recueillies à la sortie des installations de traitement des effluents servent au colmatage des terres. Les balayures de l'usine, les vieux emballages et les autres déchets sont jetés dans la décharge de l'usine et vendus périodiquement aux enchères à des récupérateurs.

Effets sociaux et économiques

Ambattur n'était à la fin des années 50 qu'un petit village tranquille et à peu près inconnu. Comme dans les autres villages arriérés et isolés, on y vivait surtout de l'agriculture. La principale culture était le riz, auquel venaient s'ajouter de petites quantités de légumes et de légumineuses. Il n'y avait aucun moyen de transport ou de communication dignes de ce nom, et pas davantage d'hôpitaux, d'écoles et de centres de loisirs.

L'usine de bicyclettes fut la première installation industrielle qui ait été établie dans ce village, suivie en 1959 par l'usine de pneumatiques. Puis, ce fut le tour de l'usine de réservoirs, située près d'Avardi, et du domaine industriel d'Ambattur.

Ambattur, désigné dans le recensement de l'Inde par l'expression "zone urbaine à habitat dispersé" ou "cellule d'urbanisation", a une superficie de 774 hectares. D'après le recensement de 1971, la population est passée de 11 128 en 1959 à 45 586 en 1971. La population actuelle est estimée à 52 000 habitants. La forte augmentation de la population est due à l'industrialisation rapide qui a eu lieu pendant les 10 dernières années. Ambattur est tout à la fois une zone urbaine et une zone rurale. La localité est reliée par des lignes de cars à toutes les agglomérations importantes. L'amélioration des conditions socio-économiques y a été lente mais constante.

Enquête auprès de la population locale

Après l'installation de l'usine de bicyclettes, l'administration et beaucoup de particuliers se sont mis à acheter de la terre. Les usines ont créé de nouvelles possibilités d'emploi, et la conversion des terres agricoles en terrains industriels n'a guère causé de chômage parmi la population paysanne.

Les eaux usées rejetées par les trois usines se jettent dans le canal, et les exploitants agricoles dont les terres sont disposées autour des usines s'en servent pour l'irrigation. Etant donné que le lac d'Ambattur ne peut fournir de l'eau que pendant six mois, les cultivateurs dépendent uniquement pendant les six autres mois des eaux usées rejetées par les usines.

Douze des personnes interrogées ont fait remarquer que les eaux usées rejetées par l'usine de caoutchouc sont épurées avant d'être évacuées, tandis que les eaux des autres usines ne le sont pas. Les récoltes sont souvent endommagées par les produits chimiques contenus dans l'eau.

Certains des cultivateurs ont fait remarquer qu'ils sont tributaires de l'eau de l'usine de pneumatiques pour l'irrigation. Certains ont signalé que l'usine, qui est propriétaire de grands terrains derrière ses installations, a dernièrement mis en culture quelque deux hectares de terres situées à proximité. C'est pourquoi les eaux usées de l'usine servent en priorité à irriguer ses propres terres, et les cultivateurs voisins ne disposent que des eaux excédentaires.

L'installation des usines a eu pour conséquence, quelle que soit leur taille, la construction de nouvelles routes, l'accroissement des moyens de transport, la création d'établissements scolaires, sanitaires et récréatifs et, surtout, un afflux d'argent. L'arrivée massive des travailleurs a créé des problèmes de logement. Les loyers ont quintuplé.

Presque toutes les personnes interrogées ont indiqué que l'usine de pneumatiques verse des salaires supérieurs à ceux des autres usines de la région. Certaines ont même fait remarquer que la plupart des syndicats et des autres sociétés ont réclamé pendant les cinq dernières années que les salaires soient égaux à ceux de cette usine.

La plupart des personnes interrogées ont estimé que l'amélioration actuelle des conditions socio-économiques est pour l'essentiel due à l'usine de pneumatiques et à l'usine de bicyclettes. Presque tous les commerçants installés à proximité de l'usine ont dit que leur clientèle est exclusivement ouvrière. On a même précisé que quatre magasins de cycles et plusieurs hôtels s'étaient ouverts auprès de l'usine pour pourvoir aux besoins des ouvriers.

L'existence de ces nouvelles usines a entraîné la création d'écoles, d'hôpitaux et de centres de loisirs. On compte à l'heure actuelle deux écoles secondaires, six écoles intermédiaires, quatre écoles primaires supérieures et 10 écoles primaires. Il y a également deux hôpitaux, un dispensaire municipal et trois cinémas. Les activités sociales et récréatives de cette petite collectivité rurale ont été bouleversées par l'installation de cinémas, de restaurants et de clubs de loisirs ou de clubs sportifs. La physionomie de ce petit village, qui était naguère totalement inconnu, a été complètement transformée par la construction de nouveaux types de bâtiments et l'adoption de méthodes de transport et de communication modernes.

L'équipe s'est efforcée de déterminer si l'industrialisation, et en particulier l'usine de caoutchouc, avait des effets sur la situation sanitaire. Il convient de noter que les deux autres usines sont situées à côté de l'usine de pneus. L'une fabrique des fils métalliques et l'autre du bleu d'outremer.

L'eau du lac d'Ambattur, qui passe par des conduites, traverse tout le terrain de l'usine de caoutchouc.

Personne ne s'est plaint des fumées et des mauvaises odeurs de l'usine de caoutchouc; mais toutes les personnes interrogées ont affirmé que l'usine de bleu d'outremer, qui est toute proche, dégage parfois des odeurs insupportables.

Certains ont précisé que les ouvriers qui travaillent dans les ateliers où est manipulé le noir de carbone respirent inévitablement de la poussière et que leur corps est couvert de noir de carbone pendant toute la durée du travail.

Les sacs de noir de carbone sont vendus à un entrepreneur qui dispose de sa propre décharge, tout près de l'usine. Cette décharge n'étant pas parfaitement couverte, les sacs de noir de carbone se dispersent de tous côtés. La négligence serait la cause principale de l'incendie qui eut lieu l'an dernier dans la décharge. C'est le grief le plus grave qui ait été adressé à l'usine de caoutchouc.

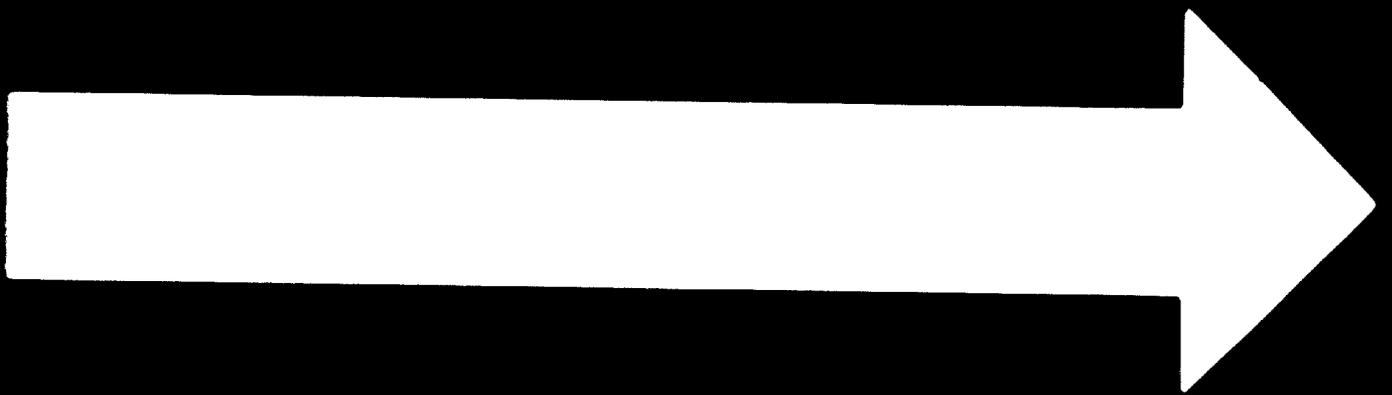
L'usine n'étant plus alimentée en énergie, c'est un générateur qui la fait tourner. Les voisins se sont plaints du bruit que fait ce générateur.

Industries connexes

Diverses petites industries fabriquent les pièces métalliques destinées au service d'entretien et de réparation de l'usine, parce que les pouvoirs publics limitent les importations de pièces détachées. La plupart des machines légères qui sont employées dans l'usine de pneumatiques sont fabriquées sur place. Les cylindres des mélangeurs et les moules servant à la fabrication de toutes les dimensions de pneus sont maintenant fabriqués localement. Le domaine industriel d'Ambattur assure une bonne partie de ces fabrications.

Usine de pneumatiques No 2, zone de Madras

La seconde usine de pneumatiques visitée par l'équipe se trouve à Thiruvottiyoor, au bord de la mer et à environ 15 km de Madras. Les premiers pneus et les premières chambres à air sont sortis de l'usine en 1965, mais la production des croissants avait commencé plus tôt. L'usine emploie 1 800 personnes. Sa capacité de production annuelle est la suivante : 1 million de pneus d'automobiles et autant de chambres à air, 2 millions de pneus de bicyclettes et autant de chambres à air, 8 millions de kilogrammes de croissants. Les ingrédients destinés au mélange sont en partie fournis par une autre usine qui appartient à la même société et qui est installée à Kerala. Grâce à cette association, l'usine a pu surmonter les difficultés dues à la pénurie d'énergie qui sévit dans l'Etat de Tamil Nadu.

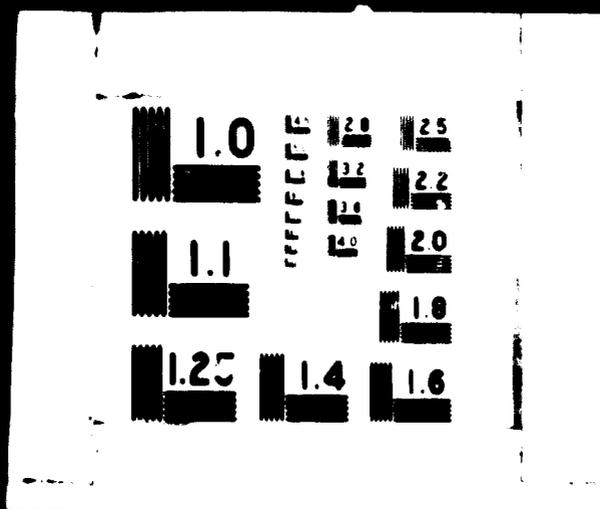


76 . 05 . 04

2 OF 2

06740

F



L'usine consomme approximativement 900 l/mn d'eau. Cette eau n'est pas saumâtre bien qu'elle provienne de puits situés très près de la mer. Quelques autres industries sont également installées dans la région, notamment une usine d'allumettes, une usine de piles électriques, une usine de camions qui travaille en collaboration avec une société britannique, une usine de motocyclettes et diverses autres entreprises relevant de l'industrie mécanique.

L'usine applique les mêmes procédés de fabrication que l'usine de pneumatiques No 1.

Effets sur l'environnement

Les principales différences avec l'usine décrite ci-dessus sont les suivantes :

- a) Le noir de carbone n'arrive pas automatiquement dans le malaxeur Banbury. Les sacs sont manipulés à la main dans l'atelier, ce qui répand de grandes quantités de poussières;
- b) Les moules sont nettoyés par projection de sable humide;
- c) La direction du vent n'a pas été étudiée avant de déterminer l'emplacement du malaxeur Banbury, à telle enseigne que le noir de carbone et les poussières s'éparpillent dans les autres ateliers de fabrication;
- d) Les effluents ne sont pas traités. Ils sont amenés par canalisation jusqu'à la conduite qui déverse dans la mer les égouts de la ville.

Les eaux d'égout ne sont pas traitées, à l'exception de quelques fosses septiques qui se déversent dans les canalisations aboutissant à la conduite déversant le principal effluent dans la mer. On trouvera aux tableaux 5 et 6 les résultats des analyses des effluents qui ont été faites par le NEERI, à la demande de l'équipe.

Tableau 5

Résultats des analyses des eaux brutes utilisées
par l'usine de pneumatiques No 2

(tous les résultats, à l'exception du pH, sont exprimés en ppm)

<u>Essais</u>	<u>Résultats</u>
pH	7,4
Turbidité (degré de silice)	8,0
Alcalinité totale (en CaCO ₃)	180,0
Chlorure (Cl)	178,0
Dureté totale (en CaCO ₃)	96,0
Sulfate (SO ₄)	80,0
Fer (Fe)	0,15
Manganèse (Mn)	0,20
Matières dissoutes	600,0

Tableau 6

A. Résultats des analyses des effluents de l'usine de pneumatiques No 2

(tous les résultats, à l'exception du pH, sont exprimés en ppm)

Essais	Résultats	
	Rejets de fabrication ^{a/}	Ensemble des rejets de fabrication et des eaux d'égout ^{b/}
pH	7,3	7,5
Alcalinité (CaCO ₃)	160	280
Chlorure (Cl)	180	235
Sulfate (SO ₄)	85,0	130,0
DBO, 5 jours à 20°C	25,0	500,0
DCO	86	810
Total matières solides	700	1 100
Total azote (N)	-	120,0
Phosphate (PO ₄)	0,75	2,25

^{a/} Les rejets de fabrication sont réemployés et une partie seulement est évacuée avec les eaux usées.

^{b/} L'ensemble des rejets de fabrication et des eaux d'égout est évacué dans la mer.

B. Résultats de l'étude de la pollution de l'air

Particules en suspension (mg/m ³)	Résultats
Intérieur de l'usine ^{a/}	621
Malaxeur Banbury ^{b/}	234

^{a/} Cette zone étant close, les particules ne peuvent s'échapper et leur concentration est très élevée.

^{b/} Cette zone étant bien ventilée, les particules en suspension sont peu abondantes.

Effets sociaux et économiques

Thiruvottiyoor est resté un petit village jusqu'au moment où de grandes entreprises industrielles vinrent y installer des usines. A la différence d'Ambattur, cette zone ne dispose d'aucun domaine industriel capable d'accueillir beaucoup de petites industries. Il n'y a que de grandes usines. Etant donné que le village est situé sur la côte, presque directement sur la plage, les terres agricoles n'ont pas souffert de la croissance industrielle. D'après les registres de la municipalité, la population du village est passée de 37 571 en 1961 à 82 853 en 1971.

Les ouvriers de cette usine et de l'une des entreprises des industries mécaniques sont les mieux payés de toutes les usines de la région. Les moyens de transport de la région ont été sensiblement améliorés depuis l'installation des nombreuses usines. Beaucoup de petits restaurants et d'hôtels se sont également ouverts pour pourvoir aux besoins des ouvriers. La situation s'est beaucoup améliorée dans le domaine de l'enseignement. Il y a 17 écoles primaires, 6 écoles intermédiaires et 2 écoles secondaires. Outre les services médicaux fournis par l'usine, plusieurs médecins font de la clientèle privée et beaucoup de magasins vendent des produits pharmaceutiques.

Il y a trois cinémas et quelques clubs de loisirs.

Enquête auprès de la population locale

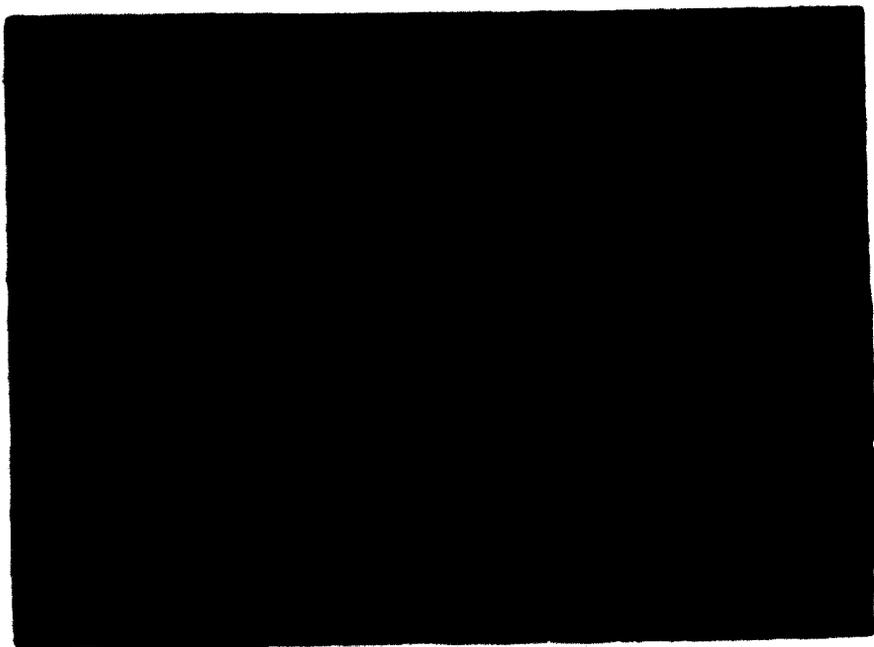
Les pêcheurs de la région ont été questionnés pour savoir si l'industrialisation les avait gênés. Beaucoup ont répondu que la demande de poisson a augmenté et qu'ils n'ont plus aucune peine à vendre leurs prises. Les effluents qui se déversent dans la mer ne paraissent pas avoir fait du tort à la pêche. On a même donné à entendre que le déversement des égouts de la ville dans la mer apporte de la nourriture aux poissons. Mais l'eau de la mer prend une couleur très particulière à l'endroit où les effluents se déversent, et les mouettes se nourrissent des déchets qui flottent à la surface.

(Voir photographie.)

Un échantillon de 15 personnes (4 ouvriers, 4 pêcheurs, 2 commerçants et 5 autres personnes) ont été interrogées pour déterminer les effets de l'usine sur la vie de tous les jours. Certaines ont déclaré que le bruit de l'usine les dérange la nuit, mais la plupart ont affirmé qu'ils ont fini par s'y habituer. D'autres ont dit que leurs enfants ne peuvent plus jouer dehors sans risque parce que la circulation est devenue trop dense.

Industries connexes

Quelques petites entreprises fabriquant des pièces métalliques alimentent les industries de la région. Aucune industrie n'a encore été installée pour réemployer les déchets de l'usine de caoutchouc.



Endroit où les effluents de l'une des usines de pneumatiques se déversent en mer avec une bonne partie des égouts de la ville

VI. OPERATIONS DE RECYCLAGE

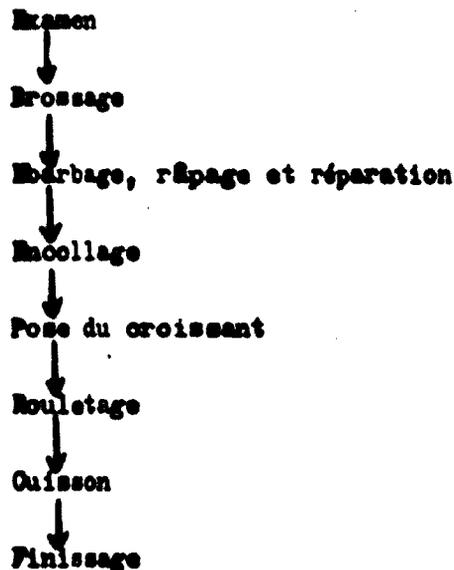
Usine de rechapage de Madras

L'usine de rechapage qu'a visitée l'équipe est située en plein centre de Madras. Ses propriétaires possèdent également un grand atelier de réparations automobiles et un magasin de vente de voitures et de camions neufs. La capacité de production de l'usine est de 36 000 pneus/an.

L'usine est installée sur un terrain plat à environ 4 km du bord de la mer et elle est entourée d'établissements commerciaux et de quelques ateliers. De bonnes communications routières la relient aux endroits importants de la ville qui compte 2,4 millions d'habitants. Le climat est chaud et humide pendant la plus grande partie de l'année, les températures oscillant entre 20 et 40°C.

Processus de production

On trouvera ci-après un diagramme des opérations de rechapage :



Examen

Tous les pneus font l'objet d'un examen qui permet de déterminer la nature des défauts et d'éliminer les pneus impropres au rechapage, comme ceux dont la carcasse est endommagée ou faible.

Brossage

Après l'examen des pneus on brosse la surface extérieure de la bande de roulement, de façon à éliminer le caoutchouc excédentaire et à égaliser la surface, tout en la rendant rugueuse pour que le croissant adhère bien. On utilise des bandes à pointes sur la machine à broser. Une équipe sort au cours d'une opération environ 80 pneus. Un équipement de dépoussiérage est installé et l'ouvrier porte un masque à gaz qui l'empêche d'inhaler de la poussière de caoutchouc. Les ouvriers ont des lunettes de protection.

Ebarbage, râpage et réparation

Après brossage, on enlève les particules irrégulières. Puis, on passe les pneus à la râpe mécanique et, après cette opération, on procède, le cas échéant, aux réparations d'importance mineure.

Encollage

La dissolution est appliquée manuellement avec une brosse. L'opérateur porte un masque à gaz qui le protège contre les émanations de solvant.

Pose du croissant

Après l'application de la dissolution, le croissant est posé sur la surface encollée.

Rouletage

Cette opération a pour but de fixer le croissant à l'ancien pneu et, en même temps, d'expulser l'air emprisonné entre la nouvelle bande de roulement et la carcasse.

Cuisson

Les pneus sont cuits dans des moules de la dimension et de la sculpture voulues dans des presses fonctionnant à la vapeur sous une pression de 3,5 à 4,2 kg/cm² pendant 75 à 105 minutes suivant les dimensions du pneu. On utilise des chaudières verticales. Les mouleurs portent des gants pour manipuler les pneus chauds.

Finissage

Le finissage comprend l'ébarbage des bavures, ainsi que l'application par pulvérisation d'une couche de peinture.

Effets sur l'environnement

Considérations générales

Le rechapage contribue à protéger l'environnement, car il permet de recycler des pneus usés qui autrement poseraient un problème d'élimination. Cette industrie contribue également à la conservation des ressources. Dans le rechapage, il convient de veiller aux opérations suivantes :

- a) **Brossage et râpage.** Grâce à des dépoussiéreurs, on réduit la pollution de l'air causée par les particules de caoutchouc qui sont recueillies par ces appareils, ensachées et vendues comme caoutchouc régénéré à 40 dollars/tonne. Les ouvriers sont exposés à l'absorption de ces particules par inhalation, mais ce risque est réduit par le port de masques à gaz. Les lunettes de travail protègent les yeux de façon satisfaisante.

- b) Encollage. Les masques que portent les ouvriers contribuent à prévenir les effets nocifs des vapeurs de solvant (essence de SEP) provenant de la solution de vulcanisation.
- c) Cuisson. Les températures élevées qui caractérisent cette opération peuvent avoir un effet nuisible sur la santé des ouvriers qui portent des gants pour manipuler les pneus chauds.

Aucun risque professionnel n'a été signalé. L'usine est dotée d'un centre médical qui fait passer une visite aux ouvriers une fois par an.

L'équipe n'a pas eu assez de temps pour visiter des ateliers moins importants installés au bord des routes, mais il semble que les problèmes de pollution ne les préoccupent guère.

Ces ateliers emploient très peu d'ouvriers et ne sont pas assujettis aux dispositions du Factories Act (loi sur les entreprises industrielles).

Deux chaudières au mazout causent une certaine pollution de l'air qui ne semble pas être importante.

L'eau utilisée pour le lavage des pneus est évacuée dans un égout collecteur. Il n'y a pas d'autres effluents.

On se débarrasse des résidus solides de la manière suivante :

- a) Matériaux d'emballage - Les supports en polythène et les feuillets sont vendus. Les boîtes en carton et les bobines sur lesquelles sont enroulées les bandes de roulement sont renvoyées à l'usine pour resservir;
- b) Les pneus inutilisables sont renvoyés au client;
- c) Les déchets provenant des dépoussiéreurs, environ trois tonnes par mois, sont vendus comme caoutchouc régénéré. On destine cette matière première à une usine de garnitures de freins dont on envisage la construction.

Effets sociaux et économiques

Emploi

La société compte 12 usines de rechapage installées dans diverses parties de l'Etat qui fournissent des emplois à 650 personnes au total. L'usine visitée emploie 88 personnes et les autres une cinquantaine de personnes chacune, toutes recrutées sur place. Les salaires payés sont légèrement supérieurs à la moyenne des salaires payés dans cet Etat aux autres ouvriers des industries. Le barème des salaires comporte neuf échelons. Aucun conflit du travail n'a été signalé à l'équipe.

Mesures sociales

Les installations de la cantine sont satisfaisantes. Trois jeux d'uniformes sont fournis à chaque travailleur et lavés gratuitement. Les ouvriers ont droit à des allocations pour frais d'études de leurs enfants. Une formation interne donne accès à une promotion au niveau de contremaître. On ne note pas de déplacement important de population, puisque les ouvriers sont recrutés sur place.

Avantages économiques

Il y a une pénurie aiguë de pneus de camions dans le pays et les pneus neufs sont en général vendus à prime par les commerçants. Un pneu neuf de la dimension 9,00-20, employé sur des camions coûte l'équivalent d'environ 200 dollars tandis que le rechapage d'un pneu usé n'en coûte que 43. Le rechapage d'un pneu de voiture de tourisme coûte 13 dollars, alors qu'un pneu neuf en coûte 25.

L'Inde n'a pas fixé de normes pour le rechapage. La qualité des travaux faits par les cinq principales entreprises de rechapage est satisfaisante, mais les 4 000 petites entreprises établies au bord des routes ne sont pas en

mesure de réaliser rigoureusement un contrôle de la qualité. Il faudrait une mise de fonds de 4 000 dollars pour installer une petite usine de recharge. Celle que l'équipe a visitée avait investi environ 116 600 dollars et son volume annuel de ventes s'était évalué à 400 000 dollars.

Usine de régénération du caoutchouc près d'Arnakulam

L'équipe a visité une usine de régénération du caoutchouc, installée en pleine campagne à 25 km de la ville d'Ernakulam (Etat de Kerala). L'emplacement a été choisi parce que la main-d'oeuvre y était moins chère et que le terrain était bon marché. L'usine est entourée de rizières, de plantations de cocotiers et d'hévéas. En raison de la situation de l'usine, les matières premières peuvent être transportées par la route. La région est accidentée. Comme l'usine surplombe les champs voisins, un drainage naturel des eaux de pluie est assurée.

Les vieux pneus et autres produits en caoutchouc servant de matières premières à l'usine sont stockés en plein air - environ 15 tonnes. Des entrepôts extérieurs abritent quelque 300 tonnes pour éviter les fortes demandes de main-d'oeuvre dans le voisinage de l'usine dont la consommation comprend 25 % de vieux pneus et 75 % de chapes de récupération fournies par les rechargeurs. Environ 90 % de l'approvisionnement mondial de caoutchouc neuf ne sont pas régénérés, mais finissent comme résidus inutilisables dont il faut se débarrasser. Il y a de nombreuses techniques pour régénérer le caoutchouc. A part son faible coût, le caoutchouc régénéré est un ingrédient utile dans les mélanges de caoutchouc pour de nombreuses raisons.

Voici les chiffres (tonnes) de la consommation de caoutchouc naturel, synthétique et régénéré en Inde au cours des cinq ans pour lesquels il existe des données :

<u>Année</u>	<u>Caoutchouc naturel</u>	<u>Caoutchouc synthétique</u>	<u>Caoutchouc régénéré</u>	<u>Total</u>
1964/65	61 057	15 285	9 569	85 711
1965/66	63 765	21 553	9 774	95 092
1966/67	68 685	23 592	10 913	103 190
1967/68	74 518	23 324	11 862	109 704
1968/69	86 615	27 238	14 169	128 022

On compte actuellement huit entreprises de régénération du caoutchouc qui produisent au total environ 16 000 tonnes par an.

Brève description du procédé

On commence par placer les vieux pneus et les autres déchets de caoutchouc dans des concasseurs où ils sont broyés. Les parties métalliques sont alors récupérées à l'aide de séparateurs magnétiques et d'aspirateurs. Le caoutchouc broyé est ensuite envoyé dans un régénérateur puis il passe dans un mélangeur interne où il est mélangé avec des produits chimiques et des huiles et enfin envoyé dans des malaxeurs de raffinage d'où le caoutchouc régénéré sort en feuilles.

Le procédé de régénération à sec appliqué dans cette usine présente les avantages suivants :

- a) Economie accrue de la matière première, puisque rien n'est détruit. Dans les autres procédés, certaines parties sont brûlées ou détruites;
- b) Peu ou pas d'effluents. Dans les autres procédés, il faut :
 - i) Laver les matières premières;
 - ii) Laver les grumeaux traités dans le procédé de régénération à l'alcali, de façon à éliminer la soude caustique et les autres produits chimiques;
- c) Les queues, dans le procédé de régénération à l'alcali et dans le procédé de régénération thermique, représentent jusqu'à 30 % du lot, en raison des matières premières qui ne sont pas assez cuites, le sont trop ou ne sont pas digérées, suivant le cas. Il faut se débarrasser des effluents digérés et du condensat provenant des autoclaves. Sous l'action de la vapeur, les oxydes de soufre et autres ingrédients toxiques contenus dans le caoutchouc sont libérés sous forme d'effluents, phénomène qui ne se produit pas dans le procédé de régénération à sec.

Effet sur l'environnement

Résidus solides

Les particules de caoutchouc en suspension dans l'air du bâtiment sont très visibles, malgré les systèmes d'aspiration et d'évacuation. Les balayures sont recyclées. La fibre est vendue aux chiffonniers. Le sable sert aux travaux de remblayage.

Effluents

En appliquant ce procédé, on évite le dégagement d'effluents. L'eau qui provient des puits de l'usine est utilisée pour l'installation de réfrigération et l'eau réfrigérée est acheminée vers les tours de réfrigération, le broyeur du régénérateur, etc.

Emissions gazeuses

L'odeur de caoutchouc brûlé est très forte mais on n'a signalé aucun effet nocif. Autour de l'usine, cette odeur est si puissante que les automobilistes qui ne connaissent pas l'existence de l'usine s'arrêtent souvent pour s'assurer qu'ils n'ont pas d'ennuis de voiture. La pollution atmosphérique est élevée à l'intérieur de l'usine parce que l'on ajoute du noir de carbone dans des proportions allant jusqu'à 6 % dans le mélangeur interne; le kaolin et d'autres charges sont ajoutés à la demande du client. On envisage d'ajouter aux grumeaux une solution visqueuse d'huile et de noir de carbone ce qui réduirait la pollution atmosphérique dans l'usine.

Effets sociaux et économiques

La main-d'œuvre locale travaillait autrefois dans les carrières de granite, ce qui était un travail peu payé. Les salaires offerts par l'usine atteignent deux fois le montant de ce que les ouvriers touchaient auparavant. Les familles de ces ouvriers ont donc maintenant un niveau de vie beaucoup plus élevé.

On compte 29 ouvriers tous recrutés sur place et résidant dans la région. Douze contremaîtres viennent de différentes régions. L'usine voisine appartient à l'Etat et construit des transformateurs et des éléments de structure. En outre, dans les environs immédiats, on construit une usine de réchauds à gaz.

On n'a constaté aucun effet nocif sur l'agriculture. Il n'existe pas d'industries ancillaires utilisant les produits de l'usine ou travaillant pour elle.

Quinze tonnes de matières entrent et sortent chaque jour.

Des installations d'essais (essai d'allongement, essai de dureté, essai de traction) sont à la disposition des fabricants de produits en caoutchouc même s'il ne s'agit pas de caoutchouc régénéré.

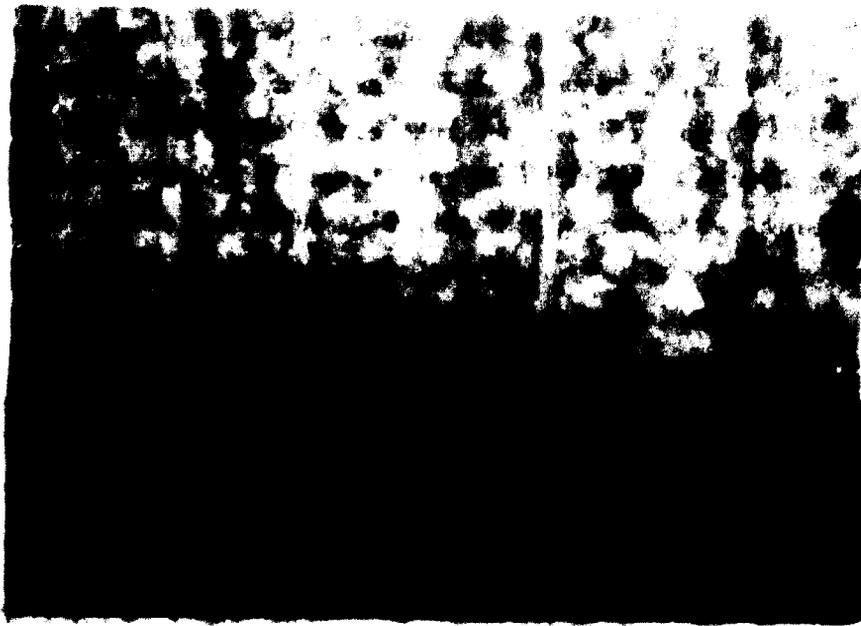
Les ouvriers respirent l'air poussiéreux car aucun dépoussiéreur n'est installé. Ils n'aiment pas porter de masques à gaz mais préfèrent se protéger le nez avec un linge attaché autour de la tête.

Les déchets de caoutchouc et les vieux pneus sont mis en tas autour de l'usine, l'eau y stagne durant la saison des pluies et peut favoriser l'apparition de moustiques. Toutefois la régénération des vieux pneus réduit le nombre des dépôts indésirables dans d'autres régions.

Plans d'expansion

Il est prévu d'accroître la capacité de broyage et de raffinage, afin qu'elle atteigne la capacité du régénérateur. On propose également d'installer à Calcutta une autre unité de même capacité, c'est-à-dire 4 500 t/an (en trois postes). La production actuelle est vendue pour moitié dans la région de Calcutta. On envisage d'établir dans d'autres parties du pays des installations de broyage moins importantes; en effet, les pneus sont des articles volumineux et il serait plus économique de transporter du caoutchouc broyé.

Ci-dessous une vue de l'usine.



L'usine de régénération de caoutchouc installée
en pleine campagne près d'Ernakulam, dans l'Etat de Kerala

Conclusion :

Des contraintes techniques limitent l'emploi du caoutchouc régénéré qui est pour autant de le un ingrédient susceptible d'être utilisé avec profit dans les mélanges. Son emploi présente notamment les avantages suivants :

- a) La matière étant déjà plastifiée, il faut moins d'énergie pour faire le mélange;
- b) L'utilisation de caoutchouc régénéré dans le mélange contribue à réduire les températures de cuisson;
- c) Le caoutchouc régénéré étant moins cher que le caoutchouc neuf, peut servir à faire un mélange meilleur marché pour la fabrication de nombreux articles pour lesquels l'emploi d'un mélange de haute qualité équivaudrait à du gaspillage : pédales de bicyclettes, tapis de sol de voitures, bandages, bacs de batteries. En fait, le caoutchouc régénéré peut parfois constituer le seul élastomère dans certains mélanges de qualité ordinaire. L'emploi de caoutchouc régénéré a plusieurs inconvénients et notamment celui de réduire la résistance du mélange à l'abrasion. On peut dans une certaine mesure compenser cet inconvénient en ajoutant une charge de caoutchouc neuf et de noir de carbone;
- d) L'emploi de caoutchouc régénéré permet indubitablement d'économiser les matières premières. En régénérant de vieux pneus et d'autres déchets, on évite d'entasser des déchets malsains et inesthétiques et on participe ainsi à la protection de l'environnement;
- e) L'industrie de régénération du caoutchouc crée non seulement des emplois dans l'usine mais aussi pour les activités de ramassage et de transport des matières premières.

L'usine visitée par l'équipe n'a guère d'effets nuisibles sur l'environnement ou sur la santé des ouvriers puisqu'elle est située en pleine campagne. Il faudrait que l'usine ait une installation convenable de dépoussiérage.

L'addition d'huiles d'extension et de noir de carbone pour former des mélanges maîtres avec du caoutchouc régénéré contribuerait à réduire la pollution dans les industries manufacturières utilisant le caoutchouc régénéré.

VII. LEGISLATION, PLANIFICATION ECOLOGIQUE
ET COORDINATION DE L'ENVIRONNEMENT EN INDE

Législation antipollution

En février 1974, le Parlement indien a voté le Water (Prevention and Control of Pollution) Act de 1974 (loi sur la prévention de la pollution et la dépollution de l'eau) dont les dispositions visent a) à organiser la prévention de la pollution et la dépollution de l'eau; b) à maintenir ou à rétablir la salubrité de l'eau; c) à créer des commissions de prévention de la pollution et de dépollution de l'eau; d) à définir les pouvoirs et les fonctions de ces commissions pour la prévention de la pollution et la dépollution de l'eau et toute question connexe^{1/}.

Seuls deux Etats de l'Inde ont une réglementation contre la pollution de l'eau. Le Factories Act de 1948 (loi sur les entreprises industrielles) est très vague et de caractère général et n'est pas facile à appliquer.

Le Water Act de 1974 prévoit la création d'une Commission centrale, de commissions d'Etat et de commissions mixtes. La Commission centrale sera composée d'un Président-Secrétaire à plein temps, de cinq fonctionnaires désignés par le Gouvernement central, de trois personnes n'appartenant pas à l'administration et représentant l'agriculture, la pêche et l'industrie, de cinq personnes au maximum représentant les commissions d'Etat et de deux représentants des entreprises privées ou publiques. Les fonctions de la Commission centrale seront les suivantes : a) donner des avis consultatifs au Gouvernement central sur toute question intéressant la prévention de la pollution et la dépollution de l'eau; b) coordonner les activités des commissions d'Etat et régler les différends qui pourraient surgir entre elles; c) fournir aide et conseil de caractère technique aux commissions d'Etat; d) planifier et organiser la formation des personnes s'occupant de la lutte

^{1/} Pour obtenir le texte de cette loi, s'adresser au Ministry of Works and Housing of the Government of India.

contre la pollution; e) réaliser, par les moyens d'information de masse, un programme complet de lutte contre la pollution; f) rassembler, dépouiller et publier les données techniques et statistiques sur la pollution de l'eau; g) établir, modifier ou supprimer, en consultation avec les gouvernements des Etats, des normes sur les cours d'eau et les puits; et h) élaborer un programme national de prévention de la pollution et de dépollution de l'eau et en assurer l'exécution.

Les commissions d'Etat comprendront chacune un Président-Secrétaire à plein temps, cinq fonctionnaires désignés par le gouvernement de l'Etat intéressé, cinq représentants des organismes locaux, trois personnes n'appartenant pas à l'administration et représentant l'agriculture, la pêche, etc., et deux représentants de l'industrie.

La commission d'Etat a les fonctions suivantes : a) donner des avis consultatifs au Gouvernement de l'Etat sur la lutte contre la pollution; b) élaborer un programme complet de lutte contre la pollution, ainsi que rassembler et diffuser des renseignements à ce sujet; c) collaborer avec la Commission centrale à diverses activités; d) encourager la recherche à ce sujet; e) établir des normes et inspecter les installations de traitement des eaux usées et des effluents industriels; f) mettre au point de bonnes méthodes de traitement; g) mettre au point des méthodes de réutilisation des eaux usées et des effluents pour l'irrigation; h) établir des normes pour les effluents.

Deux ou plusieurs Etats peuvent convenir de créer une commission mixte qui se composera d'un président à plein temps, d'un fonctionnaire désigné par le Gouvernement central, d'une personne n'appartenant pas à l'administration et désignée par le Gouvernement central et de deux représentants de l'industrie. Le Gouvernement de l'Etat dans l'intérêt duquel une commission mixte est créée est compétent pour donner des instructions relatives à des questions relevant de sa juridiction territoriale exclusive. Ces commissions mixtes sont habilitées à créer ou à agréer un ou plusieurs laboratoires pour les aider à s'acquitter efficacement de leurs fonctions, dans la cas notamment des analyses d'échantillons d'eaux usées et d'effluents.

Tout fonctionnaire habilité à cet effet par une commission a le droit de pénétrer dans les locaux de toute entreprise industrielle et à y prélever des échantillons. Quiconque n'obtempère pas aux instructions d'une commission est passible, s'il est reconnu coupable, d'une peine d'emprisonnement n'excédant pas trois mois ou d'une amende n'excédant pas 5 000 roupies ou des deux peines. Quiconque persiste dans son refus d'obtempérer est passible d'une amende supplémentaire n'excédant pas 1 000 roupies par jour pour non-exécution. La loi antipollution dispose en outre que :

- "a) Nul ne peut sciemment déverser ou permettre de déverser (directement ou indirectement) dans un cours d'eau ou un puits une matière jugée toxique, nocive ou polluante par les normes de la Commission d'Etat;
- "b) Nul ne peut sciemment déverser ou permettre de déverser dans un cours d'eau une matière quelconque de nature ... à en entraver le débit normal ... ou à en aggraver considérablement la pollution ...".

Le Gouvernement central et les gouvernements des Etats peuvent a) créer des laboratoires centraux ou d'Etat ou b) désigner un laboratoire existant comme laboratoire autorisé à remplir les fonctions qui pourraient lui être assignées.

Travaux exécutés par l'Institut indien de normalisation dans le cadre de la lutte contre la pollution de l'eau

Longtemps avant la promulgation de la première loi antipollution, l'Institut indien de normalisation avait déjà élaboré les normes nécessaires à la lutte contre la pollution de l'eau, ainsi que des directives pour le traitement de certains déchets industriels. L'Institut prépare actuellement trois normes pour le rejet des effluents industriels dans différents milieux. Elles comprennent les limites de tolérance pour le rejet des effluents industriels a) dans les eaux continentales superficielles; b) dans les réseaux d'égout et c) sur les terres irriguées.

Comme il n'existe pas de normes officielles, les gouvernements de divers Etats et plusieurs municipalités ont adopté les normes de l'Institut pour lutter contre la pollution de l'eau^{2/}.

Application des mesures antipollution

Les difficultés ne peuvent manquer de surgir dans le cas des entreprises industrielles qui n'ont pas de crédit pour l'élimination des déchets. Dans le cas des nouvelles entreprises, il faudrait prévoir dès le début une installation de traitement des déchets ou choisir un emplacement favorable. Le Cosécrétaire au développement industriel a déclaré aux experts, lors de l'audience qu'il leur a accordée, que les dispositions voulues avaient été prises pour que dans toute demande de permis de construire relatif à une usine figure l'engagement de prendre des mesures antipollution, et que le permis provisoire de construire n'était délivré qu'à la condition expresse que ces mesures seraient effectivement exécutées. Pour les petites entreprises, la solution pourrait consister à construire, en régime de coopérative, des installations communes de traitement des déchets. Quant aux agglomérations urbaines et aux villes auxquelles on demandera instamment de construire des réseaux d'égouts, elles risquent d'avoir des difficultés financières et solliciteront probablement des prêts de l'Etat.

Il faudrait accorder des avantages fiscaux, comme le font certains pays occidentaux, aux usines tenues d'installer un matériel onéreux pour le traitement des eaux usées, en les autorisant par exemple à amortir en un an l'installation de traitement.

^{2/} Pour obtenir le texte des normes de l'Institut concernant les limites de tolérance, s'adresser à l'Indian Standards Institution, Hanak Bhawan, 9 Bahadur Shah Zafar Marg, New Delhi.

Comité national de planification
et de coordination écologiques

Le Comité national de planification et de coordination écologiques, créé par le gouvernement, est chargé d'examiner les questions qui se rapportent à l'environnement et de donner des avis consultatifs en la matière. Ses tâches sont les suivantes :

- a) Déterminer et examiner les problèmes que posent la préservation et l'amélioration de l'environnement en Inde, compte tenu de la croissance et de la répartition de la population ainsi que du développement économique;
- b) Examiner les politiques et les programmes qui ont une incidence marquée sur la qualité de l'environnement et donner au gouvernement, aux autorités publiques et aux industriels intéressés des avis consultatifs quant aux répercussions sur l'environnement, des activités, programmes et politiques visés et quant à toute question qui relève d'une saine gestion de l'environnement;
- c) Examiner la législation, la réglementation et le système administratif en vigueur pour la gestion de l'environnement et donner aux autorités compétentes des avis consultatifs sur les changements qui se révéleraient nécessaires;
- d) Proposer des solutions aux problèmes de l'environnement après avoir tenu compte autant que possible de tous les facteurs en jeu, et notamment du résultat d'une analyse coût-efficacité;
- e) Veiller à coordonner les politiques et les mesures écologiques et les politiques et les mesures économiques, et à utiliser pleinement les résultats des enquêtes et recherches écologiques dans le cadre plus large de la planification du développement économique et social;
- f) Donner des avis consultatifs concernant la conservation de la nature sous tous ses aspects en vue d'élargir la connaissance de la nature, de susciter dans la population un attachement plus profond pour elle et de sauvegarder, pour demain, l'héritage précieux qu'elle représente dans le pays;

- g) Encourager la recherche sur les problèmes écologiques et créer, le cas échéant, des moyens appropriés de recherche;
- h) Promouvoir et renforcer l'éducation en matière d'environnement à tous les niveaux du système d'enseignement;
- i) Inciter la population à prendre conscience des problèmes écologiques, ou à mieux les connaître à l'aide de conférences, de séminaires, de colloques ou de tout autre moyen;
- j) Coopérer avec l'Organisation des Nations Unies et les autres institutions internationales à l'exécution de programmes d'action mondiaux sur l'environnement et suivre de près la situation écologique d'autres pays.

Bureau de planification et de coordination écologiques

Le Bureau de planification et de coordination écologiques, dont le personnel est composé de chercheurs et d'ingénieurs spécialisés dans différentes disciplines, a été créé pour aider le Comité national de planification et de coordination écologiques à élaborer et à coordonner les plans et programmes relatifs à l'amélioration de l'environnement. Le Bureau travaille en liaison avec les ministères compétents, afin de garantir une utilisation rationnelle des moyens de protection de l'environnement lors de la création d'usines. Voici quelques-unes des attributions du Bureau :

- a) Programmes d'enseignement et de formation en matière d'environnement. Il s'agit de conférences, de séminaires, d'articles de journaux et de revues visant à mieux faire prendre conscience au public de l'importance de l'environnement;
- b) Recherches écologiques. Le Bureau encourage les travaux des laboratoires nationaux concernant ces nouvelles techniques de traitement et d'évacuation des eaux usées et des déchets solides d'origine domestique et agricole. Le Bureau encourage non seulement la recherche de solutions techniques mais aussi d'autres solutions telles que la recherche des emplacements les mieux situés pour l'implantation d'installations polluantes et la mise au point de

méthodes d'évacuation et de réemploi des déchets. Il a constitué deux comités chargés d'élaborer et de coordonner des programmes de recherche sur la protection de l'environnement :

- i) **Comité de la recherche écologique.** Ce Comité dirige les recherches dans les domaines suivants : établissements humains, pollution du milieu et aménagement des ressources naturelles;
- ii) **Programme national indien "L'homme et la biosphère".** Ce Comité, en collaboration avec le programme "L'homme et la biosphère" de l'UNESCO, traite des aspects écologiques de l'environnement, tels que la conservation de la nature et du sol, la protection de la faune, l'aménagement des cultures et du sol. Un colloque sur la végétation aquatique nuisible a été organisé en 1973, au cours duquel il a été soumis 54 communications sur l'écologie, l'hydrologie, la limnologie, la pêche, l'agronomie, la botanique, les industries mécaniques et la physique. Cette méthodologie pluridisciplinaire a permis d'élaborer des directives et des méthodes pour la lutte contre la pollution;
- c) **Etude des terres humides.** A l'issue d'une enquête entreprise à l'échelle nationale, une carte des zones humides de l'Inde a été établie. Une autre étude sur la prolifération de la végétation aquatique nuisible dans le pays est en cours;
- d) **Évaluation des projets.** En collaboration avec la division du Comité de planification chargée de l'évaluation des projets, le Bureau met au point des directives pour l'évaluation des coûts et avantages des projets de développement, compte tenu des facteurs de l'environnement. On met au point des procédures d'évaluation quantitative et des méthodes de calcul matriciel des facteurs de modification de l'environnement. Voici certains projets pour lesquels une étude des conséquences de leur réalisation sur l'environnement a été entreprise :

- Création d'une raffinerie, d'une capacité de 6 millions de tonnes, à Mathura;
 - Installation d'une académie navale à Chilka Lake;
 - Directives pour le choix de l'emplacement de supercentrales thermiques;
 - Implantation éventuelle d'une centrale hydroélectrique au coeur de la réserve de Mudumalai;
- e) **Planification.** Les propositions du plan quinquennal relatives à l'amélioration de l'environnement ont été soumises au Comité du Plan. Elles portent sur :
- Les établissements humains;
 - La pollution de l'environnement;
 - Aspects écologiques de l'aménagement des ressources naturelles;
 - Formation et enseignement en matière de recherches écologiques;
- f) **Bruits.** Le Bureau collabore avec le Conseil indien des consommateurs pour l'adoption de mesures permettant de résoudre le problème du bruit, qui s'aggrave de jour en jour;
- g) **Participation aux activités du Comité consultatif technique des ministères de l'irrigation et de l'énergie dont le Bureau fait partie.**

Institut national de recherche technique sur l'environnement

L'Institut national de recherche technique sur l'environnement, dont le Siège est à Nagpur et qui a huit laboratoires régionaux répartis dans le pays, a fait des recommandations sur les méthodes économiques de lutte contre la pollution qui conviennent aux conditions locales dans les domaines suivants :

- Traitement des effluents industriels;
- Traitement de l'eau;
- Epuration des eaux usées;
- Enquêtes sur la pollution atmosphérique dans les grandes villes;
- Etudes microbiologiques;
- Etudes des méthodes d'évacuation des déchets solides;
- Stages de formation pour le personnel de terrain dans les techniques de santé publique et séminaires sur des sujets importants comme le traitement et l'évacuation des déchets de tanneries ou la pollution des estuaires.

Il convient de signaler que les recherches de l'Institut sur le traitement des déchets industriels et ses études de la pollution atmosphérique par l'industrie, représentent une contribution importante à la lutte contre la pollution en Inde.

VIII. LEGISLATION ANTIPOLLUTION AU ROYAUME-UNI :
DISPOSITIONS ACTUELLES ET MESURES ENVISAGÉES

Types de pollution

Pollution atmosphérique

L'Alkali Act de 1906 et les Clean Air Acts de 1956 et 1968 fixent des normes pour les émissions industrielles dans l'atmosphère, notamment la fumée, les impuretés et les poussières provenant de certains procédés industriels et chimiques et ils exposent les meilleurs moyens de réduire la pollution atmosphérique. Les usines de caoutchouc synthétique tombent sous le coup de ces lois. En substance, il a été établi une norme pour les hauteurs des cheminées de chaudières. Cette hauteur a été déterminée en 1969, compte tenu des niveaux de production de cette année-là. Aucune autre mesure n'a été prise depuis.

Pollution des eaux

L'équipe a eu des entretiens avec un spécialiste de la lutte contre la pollution de la Southern Water Authority, Southampton. Le Clean Rivers (Estuaries and Tidal Waters) Act de 1960 concerne de nouveaux types de rejets, alors que la loi de 1951 ne portait que sur les eaux ne relevant pas des marées et sur certains estuaires soumis à l'influence des marées. Il s'ensuit que, après septembre 1960, seuls les nouveaux types de rejet sont du ressort de la Southern Water Authority.

Les normes établies précédemment sont souples et tiennent compte du volume et de la composition de l'effluent, du pouvoir autoépurant et de l'effet probable des rejets sur les eaux réceptrices. Les résultats des analyses ne sont pas communiqués au public. Si les eaux usées contiennent une proportion excessive d'agents contaminants, les autorités locales ne peuvent que recommander des améliorations car aucune sanction légale n'est actuellement prévue. Fort heureusement, une législation plus sévère est en cours d'élaboration, le Control of Pollution Bill notamment qui réglementera les émissions

d'effluents dans les estuaires et les eaux côtières. Grâce à cette loi et à d'autres de la même nature, on espère faire à la sortie des canalisations des analyses plus fréquentes, qui permettront notamment le calcul des paramètres de pollution suivants : DBO, DCO, pH, particules solides en suspension ... huile et graisse.

Bruits

Le Factories Act de 1961 vise les bruits qui sont de nature à provoquer des lésions corporelles. De nombreux rapports ont été publiés sur les agressions sonores du bruit et sur les moyens de s'en protéger. Le Safety and Health at Work Bill qui est maintenant en cours d'adoption contient des dispositions sur la réduction du bruit.

Dépollution

La nécessité de réglementer les rejets d'effluents dans l'atmosphère est reconnue depuis le XIX^{ème} siècle et vers les années 1860 des normes ont été établies à ce sujet. Au cours de ces dernières années, une amélioration considérable a été réalisée en matière de réduction de la pollution atmosphérique. La lutte contre les émissions de fumées de foyers domestiques est une mesure plus récente. Elle remonte au Clean Air Act qui en 1956 a donné aux autorités locales le moyen de réglementer les émissions.

La qualité de l'eau fournie par les réseaux publics d'adduction et la dépollution sont depuis quelques années des problèmes d'importance majeure. Dix commissions régionales de l'eau ont été créées pour administrer les services d'adduction d'eau et les réseaux d'égout du pays. Le Department of the Environment (DOE) surveille le fonctionnement de ces commissions.

Le Department of the Environment a été créé en novembre 1970^{3/}. Ses attributions concernent l'environnement, notamment :

^{3/} Ce "Department" a publié un ouvrage sur ses activités, que l'on peut se procurer auprès du Department of the Environment, 2 Marsham St., Londres SW1.

- La planification de l'utilisation du sol;
- La construction de routes et la réglementation de la circulation;
- L'amélioration de l'environnement urbain;
- La conservation des sites et l'aménagement de la campagne pour les loisirs;
- La protection des anciens monuments et des bâtiments historiques;
- La lutte contre de nombreux types de pollution;
- L'approvisionnement en eau et les réseaux d'égouts;
- La surveillance générale des industries de construction;
- Le logement;
- La création de villes nouvelles;
- Les multiples aspects des transports intérieurs terrestres;
- Le développement régional.

Le Secrétaire d'Etat à l'environnement est le chef de ce département dont les effectifs atteignent 80 000 personnes, et le budget environ 10 milliards de dollars. Bien que ce "Département" soit compétent pour tout ce qui concerne la protection de l'environnement, ou presque, ses attributions couvrent plus particulièrement les domaines de dépollution suivants :

- Epuration de l'air;
- Approvisionnement en eau et évacuation des eaux d'égouts;
- Réduction du bruit;
- Evacuation des déchets solides.

Quant à la pollution due au bruit, le "Département" est en général compétent pour réglementer les activités locales. On peut réduire la pollution due au bruit, en isolant la source du bruit, ou en réduisant son intensité. En plus des instances ordinaires le Noise Advisory Council a également été créé.

Les systèmes établis pour le ramassage et l'évacuation des résidus solides relèvent des autorités locales. Le "Département" exerce parfois un contrôle sur ces opérations quand, par exemple, les résidus toxiques ne sont pas évacués de manière satisfaisante et constituent un danger pour la santé publique. Dans des cas semblables, il intervient pour imposer des limites à l'action des autorités locales.

IX. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Production de caoutchouc naturel

Conclusions

1. La production de caoutchouc naturel permet d'employer une main-d'oeuvre nombreuse tant dans les plantations que dans les usines de transformation. Or, le chômage est l'un des principaux problèmes d'un pays en développement comme l'Inde.
2. Il y a beaucoup de petits exploitants et l'incidence sociale est donc grande.
3. Les plantations de caoutchouc offrent les avantages écologiques suivants :
 - a) Elles purifient l'air;
 - b) L'arbre à caoutchouc permet un reboisement meilleur que les autres essences;
 - c) Les superficies productrices de caoutchouc ne se prêtent pas bien aux cultures vivrières sauf pour quelques denrées. Les cultures vivrières risquent de faciliter l'érosion;
 - d) Le tapis de légumineuses auquel une méthode rationnelle de culture a recours en général stabilise le sol.
4. On ne prête pas assez d'attention aux atteintes causées par le déversement, dans les cours d'eau, des effluents liquides provenant de la production de latex concentré et de caoutchouc solide. C'est surtout en été que l'insuffisance du pouvoir autoépurant risque de provoquer des atteintes appréciables que l'équipe n'a pu évaluer faute de surveillance et d'analyses régulières. Il n'a été signalé à l'équipe aucun cas de contamination du sol par les fongicides.
5. Dans le passé, les industriels ne se sont guère préoccupés de l'environnement, accordant une importance plus grande aux avantages sociaux qu'apporte la création d'emplois. L'équipe a eu l'impression qu'en l'occurrence le coût n'a pas été la principale raison de cette attitude mais plutôt la méconnaissance

de l'importance de la protection écologique dans les zones rurales, à cause peut-être de la capacité de l'environnement d'absorber un certain degré de pollution sans effets préjudiciables tangibles.

Recommandations

1. Il faudrait prendre des mesures propres à atténuer la pollution causée par le déversement des effluents des installations de transformation parmi lesquelles celles des usines de concentration du latex produisent les effluents ayant les taux de DBO et de DCO les plus élevés.

Beaucoup de travaux ont été faits sur des méthodes de traitement peu coûteuses fondées sur l'aération et la culture d'algues, aussi devrait-on inciter les industriels à traiter les effluents sans attendre l'établissement de normes de tolérance et l'entrée en vigueur de la nouvelle législation antipollution.

2. Le gouvernement et la Commission du caoutchouc devraient sans délai prendre les mesures voulues pour appliquer la législation antipollution.

3. Comme les sociétés coopératives jouent un rôle très utile en aidant les petits producteurs, dont les exploitations représentent 69 % de la superficie totale plantée en arbres à caoutchouc, il faudrait les encourager par une aide financière à construire des ateliers capables d'utiliser des procédés modernes de transformation, comme ceux qui servent à fabriquer le caoutchouc solide en blocs.

4. Des prêts et des subventions devraient être consentis aux producteurs pour les encourager à réaliser de nouvelles plantations ou replantations. L'équipe a eu l'occasion de s'entretenir avec celle de la Banque mondiale en mission dans la région pour examiner une proposition de ce genre.

5. Il faudrait diffuser plus largement les résultats des recherches faites par l'Institut indien de recherche sur le caoutchouc au sujet de l'utilisation rationnelle des engrais dans les plantations d'arbres à caoutchouc, de l'emploi judicieux de stimulants du rendement et des avantages d'un tapis végétal de *peuraria phaseoloides*.

Production de caoutchouc synthétique en Inde

Conclusions

1. L'usine visitée par l'équipe se trouve dans une zone rurale où existent beaucoup de terres incultes se prêtant au creusement de bassins pour le traitement des effluents. Néanmoins, la majeure partie des effluents est déversée après un traitement sommaire par un pipe-line de quatre kilomètres dans un cours d'eau utilisé pour l'irrigation. Les bassins de traitement d'une petite partie des effluents servant à l'irrigation paraissent efficaces.
2. Du point de vue de l'environnement, les effluents déversés dans le cours d'eau peuvent présenter un danger pour la santé des baigneurs et pour la vie des poissons. Tel est notamment le cas en été où la concentration est élevée. La législation antipollution n'a été appliquée que récemment. Si des commissions de surveillance ont déjà été créées, les normes de tolérance ne sont pas encore fixées. Le niveau actuel de la DBO qui est de 750 ppm dépasse de beaucoup la norme de 200 ppm fixée par le Gouvernement de l'Uttar Pradesh, chiffre bien libéral au regard des normes internationales et de celles de l'Institut indien de normalisation. La société a demandé aux laboratoires de l'Institut national de recherche technique sur l'environnement de lui faire des recommandations sur le traitement des effluents.
3. Cette industrie a sans doute donné une impulsion marquée à l'économie locale en fournissant un emploi à plus de 1 500 personnes et il convient de solliciter la société des services sociaux qu'elle fournit à la cité ouvrière. En encourageant la création d'industries annexes dans la localité, elle a aussi contribué à la prospérité de la région.
4. L'usine donne l'impression d'être bien conçue et bien dirigée. La sous-utilisation de sa capacité de production et la faible rentabilité sont dues à des facteurs indépendants de la volonté des dirigeants.

Recommandations

1. Il faut intensifier les efforts visant à réduire la DBO par voie bactériologique dans les effluents déversés dans le cours d'eau.
2. L'analyse des effluents rejetés dans les bassins devrait être faite au point de déversement du cours d'eau, servant à l'irrigation et à l'abreuvement du bétail.
3. Dans tout projet de création d'une usine de caoutchouc synthétique, il faudrait prévoir un terrain approprié pour le creusement de puits et de bassins de décantation.
4. Il faudrait chercher à mieux utiliser les grumeaux de rebut qui, actuellement, sont vendus à vil prix.
5. Il y aurait lieu d'éliminer les dangers que présente pour la santé la manipulation de la craie dans l'atelier d'emballage en pratiquant peut-être une ouverture dans une paroi latérale.
6. Avant de créer une industrie se heurtant à une concurrence aussi vive que celle du caoutchouc synthétique, on doit faire une étude de faisabilité qui tienne compte du coût des matières premières et des possibilités d'approvisionnement. L'usine indienne de SBR a été conçue à la fin des années 50 surtout pour utiliser l'excédent d'alcool de sucre de canne, sous-produit des distilleries de l'Etat d'Uttar Pradesh, alors exporté à un prix non rémunérateur, ainsi que le benzène, sous-produit des aciéries. A l'expérience, il est apparu que l'on n'avait pas suffisamment tenu compte du coût des matières premières et des possibilités d'approvisionnement et c'est pourquoi l'usine n'a fait aucun bénéfice pendant plusieurs années.
7. Un autre facteur important que les pays en développement devraient prendre en considération est l'existence d'un marché pour les produits. Si l'usine indienne de SBR ne fonctionne qu'à environ 70 % de sa capacité installée c'est en partie parce que les fabricants d'articles en caoutchouc ont hésité à acheter du caoutchouc synthétique à un prix supérieur au caoutchouc naturel sans obtenir une amélioration de rendement appréciable.

6. Les pays en développement qui commencent à fabriquer des produits se heurtant à une concurrence très vive doivent avoir un service compétent de recherche et de mise au point. Dans le cas qui nous occupe, la société a décidé après plusieurs années d'exploitation de consacrer des capitaux importants à la recherche et à la mise au point et elle a diversifié sa production en fabriquant aussi du caoutchouc nitrile et des matières plastiques ABS mais beaucoup de temps avait été perdu.

Production de caoutchouc synthétique au Royaume-Uni

Conclusions

1. Le temps lui faisant défaut, l'équipe n'a pu faire qu'une enquête qualitative. Cette enquête et les renseignements fournis par les industriels et les autorités locales lui ont permis de conclure que l'usine de caoutchouc synthétique de Rythe (Southampton) n'a pas d'effets nocifs sur l'environnement.
2. Comme cette usine fait partie d'un vaste complexe industriel, ses répercussions sur l'environnement seront difficiles à identifier à moins, naturellement, que la pollution n'atteigne un niveau élevé. Il en va de même pour la plupart des usines de caoutchouc synthétique puisqu'elles font généralement partie d'un complexe pétrochimique. Dans ce cas particulier, ni l'usine de caoutchouc synthétique ni l'ensemble des usines formant le complexe ne polluent guère l'environnement, si ce n'est la forte odeur des monomères qui peut être sentie dans toute l'usine. Cependant elle n'est pas forte au point d'incommoder les habitants de la localité, puisque de nouveaux ensembles résidentiels ont été construits à proximité de l'usine.
3. Dans une usine de caoutchouc synthétique, la principale source de pollution est le déversement des effluents. L'usine de Rythe évacue deux flots d'effluents par jour, à savoir : 45,4 millions de litres d'eau de mer, utilisée pour le refroidissement indirect, et 4,54 millions de litres d'eau douce. Le flot d'eau de mer est pratiquement non pollué mais il est déversé à une haute température. C'est le flot d'eau douce servant au traitement qui est la source principale de pollution. L'emplacement de l'usine a été judicieusement choisi de manière que les effluents puissent être déversés, après traitement, dans l'estuaire de Southampton.

La législation actuelle ne vise pas les déversements dans les eaux de marée tant que leur volume ou leur teneur ne dépasse pas le niveau de septembre 1960. On prévoit qu'une nouvelle législation étendra bientôt la compétence de la Southern Water Authority aux eaux de marées. Toutefois, le civisme des dirigeants de l'usine et les excellents rapports qu'ils entretiennent avec les autorités font qu'en général, sans qu'il soit nécessaire de brandir la menace de poursuites, des mesures correctives peuvent être décidées par les autorités qui périodiquement vérifient la DBO et le pourcentage de colimorphes à proximité des points de déversement. Selon les autorités locales, à plusieurs reprises on a constaté à deux kilomètres du point de déversement une baisse des taux d'oxygène et une augmentation de taux d'ammoniac, mais chaque fois la situation a été corrigée rapidement.

On n'a enregistré aucun effet nocif pour la vie dans le milieu marin.

4. La principale source de pollution atmosphérique est la combustion de produits pétroliers qui contiennent 3 % de soufre. Les installations comprennent un collecteur de chaudière pour les gaz rejetés dans l'atmosphère, ce collecteur étant équipé d'une torche pour brûler les hydrocarbures en cas de défaillance d'un filtre à disques, ce qui arrive rarement. En raison de la hauteur de la cheminée et de la direction du vent prédominant, les émissions gazeuses ont tendance à retomber sur la ville de Southampton.

5. Le niveau maximal de bruit ininterrompu autorisé dans l'usine est de 84 décibels à 1,3 m de la source. Personne n'est soumis sans interruption à un tel niveau sonore nulle part dans l'usine.

6. Environ 1 % de la production totale est récupéré sous forme de déchets solides de caoutchouc. Il est vendu 20 % de cette quantité pour la fabrication d'articles en caoutchouc de basse qualité, et le reste, soit 80 %, sert à la mise en valeur des terres sous la surveillance du Conseil du Comité.

Recommandations

1. Pour éviter que la pollution causée par les fumées des cheminées atteigne un degré élevé dans la zone de Southampton, il faudrait utiliser des dispositifs antipollution, comme les laveurs-épurateurs qui éliminent le soufre des cheminées.
2. Des contrôles devraient être entrepris dans la zone de refroidissement par évaporation d'ammoniac pour réduire le ca. chéant, la proportion de ce gaz dans cette zone.
3. L'usine n'a qu'une seule fosse pour l'élimination des monères du latex et une seule également pour l'évacuation de la liqueur coagulante du trop-plein et du liquide de rinçage des grumeaux. Il faudrait avoir une double installation pour que les grumeaux puissent être séparés de façon satisfaisante en cas d'urgence ou au cours de nettoyage des fosses.
4. Comme l'usine ne dispose pas de conduites pour empêcher les eaux de ruissellement de s'écouler par l'égout collecteur, les fosses à grumeaux des installations de traitement peuvent être inondées après un violent orage et devenir ainsi inutilisables. Il devrait y avoir des bassins supplémentaires pour séparer le trop-plein des eaux de ruissellement des eaux industrielles et des eaux domestiques usées.
5. Si les analyses révèlent des niveaux de DCO élevés dans les canalisations d'effluents (-500 mg/litre), l'usine devrait examiner la possibilité d'utiliser du carbone actif pour réduire ces niveaux. Les coûts de mise en oeuvre peuvent être élevés. Toutefois, selon une étude récemment entreprise aux Etats-Unis d'Amérique, l'on pourrait réduire le niveau de la DCO de 70 % pour 169 dollars par million de gallons d'effluents.
6. Au cours de la phase de coagulation, la liqueur de coagulation est composée d'un acide ou d'une solution de saumure. Ce type de liqueur produit de grandes quantités de déchets solides totalement dissous qui sont évacués dans le trop-plein de la liqueur de coagulation. En utilisant une liqueur à base d'acide de polyamine, on réduirait sensiblement la quantité totale de déchets solides dissous dans les effluents.

7. Il faut bien s'efforcer de récupérer une proportion plus élevée de déchets de caoutchouc, pour s'en servir dans les industries travaillant à partir de caoutchoucs de bonne qualité comme la fabrication de : jouets ou le semelle de chaussures.

Fabrication d'articles en caoutchouc

1. Quel que soit le caoutchouc naturel ou synthétique servant à la production d'articles en caoutchouc, les problèmes de pollution restent les mêmes.

2. Voici les principales sources de pollution : a) le noir de carbone dans l'atelier de mélange; b) la craie servant à lubrifier la filière de boudinage; c) les particules de caoutchouc provenant du broyage; d) les eaux industrielles de traitement et e) les eaux d'égouts.

Noir de carbone

L'usine de pneumatiques No 1 dispose d'un système de convoyeur à bande Koller qui réduit considérablement la pollution de l'atelier de mélange. La manutention de noir de carbone libre dans l'atelier est éliminée, mais l'ouverture des sacs qui se fait toujours dans l'entrepôt est une opération très salissante. La meilleure solution consisterait à manipuler le noir de carbone en vrac. Une usine qui va entrer en service dans l'ouest du Bengale est située près d'une usine de fabrication de noir de carbone, ce qui permettra d'approvisionner directement l'usine de pneumatiques en noir de carbone à l'aide d'un système de tuyaux pneumatiques, ce qui est probablement la meilleure façon de traiter le problème.

Dans les ateliers de production de latex naturel ou synthétique les mélanges maîtres à base d'une solution de noir de carbone ont un degré élevé de dispersion mais n'ont pas remporté le succès que l'on en attendait dans l'industrie des articles en caoutchouc, même au Royaume-Uni. Leur emploi permet de réduire les besoins en énergie pour le mélange, de raccourcir la durée des cycles de mélange et de réduire le nombre des problèmes de nettoyage. Les avantages que présentent ce procédé seront annulés si l'on a besoin d'une grande variété de qualités de noir de carbone. Il faut encore travailler beaucoup pour que les mélanges standards puissent convenir au fabricant de pneumatiques qui devra modifier légèrement ses idées en matière de mélange.

Orais

L'unique moyen de combattre la pollution provoquée par la craie consiste à utiliser des dépoussiéreurs réellement efficaces et des solutions humides chaque fois que cela est possible. Le port du masque à gaz devrait être obligatoire pour les ouvriers.

Particules de caoutchouc

Dans les opérations de broyage, les machines devraient être équipées de hottes et de dépoussiéreurs. Là encore, le port du masque à gaz est indispensable. Le caoutchouc recueilli peut être récupéré.

Eaux industrielles usées

Le traitement de ces eaux fait par l'usine de pneumatiques No 1 est recommandé dans les pays en développement aux industries qui disposent du terrain nécessaire. Cette usine traite, à la sortie des canalisations, toutes les eaux industrielles usées. Après traitement chimique dans de grands bassins de décantation, les effluents sont pompés dans des lits de filtration puis de nouveau envoyés dans des bassins de décantation, après quoi ils sont évacués dans des canalisations extérieures. Aucun équipement spécialisé n'est nécessaire. L'eau est rare dans de nombreux pays en développement et l'eau traitée sert à l'irrigation.

Eaux d'égouts

L'usine de pneumatiques No 1 traite de façon très efficace les eaux et les mêmes systèmes pourraient être appliqués par d'autres usines. Le matériel nécessaire est maintenant fabriqué sur place. Le traitement des eaux d'égouts est extrêmement souhaitable du point de vue de la santé publique, et aussi en raison de la teneur élevée en éléments nutritifs des résidus, qui peuvent utiliser comme engrais l'eau servant à l'irrigation.

3. La dermatite professionnelle est sans doute le risque le plus généralisé dans les industries de transformation. Pour lutter efficacement contre la dermatite, il faut réduire les contacts avec la peau et fournir aux ouvriers des installations sanitaires adéquates.

La toxicité de certains produits chimiques utilisés dans le mélange peut constituer un danger pour la santé. Certains additifs ont des effets nocifs et provoquent notamment le cancer de la vessie. L'emploi de ces produits a donc été interdit. Il est indispensable de mettre à l'épreuve tout nouveau produit servant à la transformation. L'exposition du personnel de l'usine à ces produits doit faire l'objet d'une surveillance écologique et les ouvriers doivent être soumis à des examens médicaux réguliers.

Recyclage

Rechapage

Le rechapage fait partie des petites industries et met en oeuvre des moyens peu importants; il a non seulement une faible incidence sur la pollution de l'environnement mais contribue à réduire les entassements de pneumatiques mis au rebut, à conserver des ressources et à pourvoir aux besoins du consommateur à des prix économiques. Il faut établir des normes de qualité pour garantir la sécurité de l'usager.

Caoutchouc récupéré

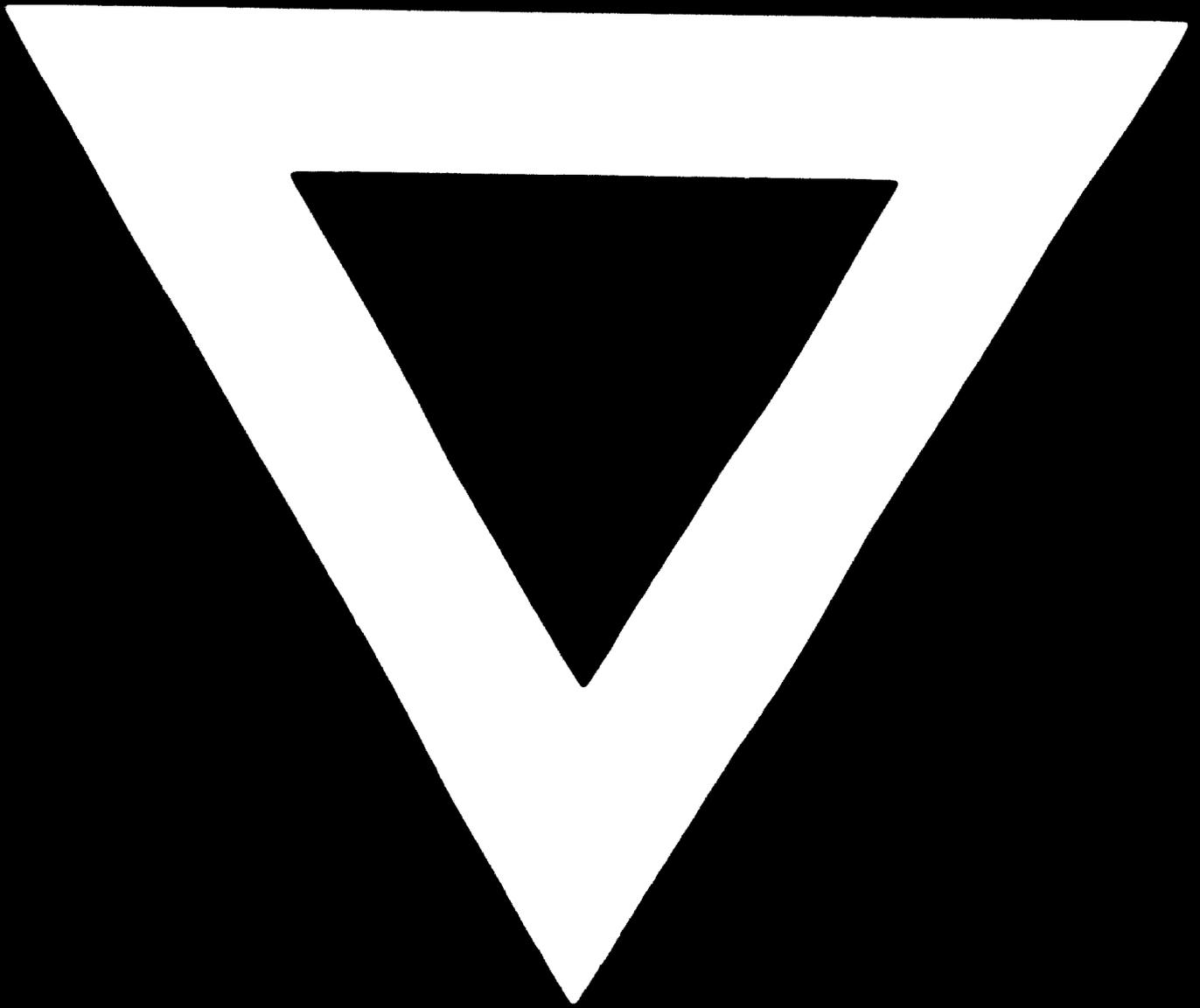
Le problème que représente l'évacuation des vieux pneus et des autres déchets du caoutchouc dans les pays en développement est résolu de manière satisfaisante par le rechapage et la récupération.

Après les procédés par voie humide, il faut traiter les effluents mais s'il s'agit du procédé "Reclaimator" (à sec), on peut lutter contre la pollution de l'air à l'aide d'un dépoussiéreur efficace.

Etant donné le faible coût des transports dans les pays en développement, l'industrie peut fournir des matières premières aux entreprises fabriquant des articles en caoutchouc à des prix intéressants. Quand on mélange du caoutchouc récupéré à du caoutchouc neuf dans la proportion convenable, la qualité ou le rendement du produit n'en est pas affecté. Cette industrie ne nuit pas à l'environnement; elle conserve les ressources et crée des emplois dans le secteur de la production, ainsi que dans les services de ramassage et de transports.

L'industrie du caoutchouc : considérations générales

1. L'industrie du caoutchouc ne peut pas être classée au nombre des industries très polluantes. La production de caoutchouc naturel peut, en fait, représenter un avantage pour l'environnement pourvu que les effluents soient traités. Jusqu'à présent, on s'est peu intéressé au traitement des effluents, parce que la campagne environnante pouvait sans dommage absorber un certain volume de pollution et parce qu'une priorité plus élevée était accordée à la création d'emplois.
2. On peut recommander la création d'une industrie du caoutchouc synthétique liée à l'agriculture surtout parce que les sources de matières premières sont renouvelables, que la pollution qu'elle entraîne est contrôlable, et qu'il en résultera de grands avantages sociaux.
3. Lorsqu'il s'agit d'adopter des méthodes de traitement des effluents, les pays en développement ont intérêt à choisir des méthodes peu onéreuses qui ne font pas intervenir des techniques complexes, mais exigent de vastes superficies et une main-d'oeuvre nombreuse. Les puisards et les bassins de décantation qui doivent être nettoyés périodiquement en sont un bon exemple.
4. Les dépenses antipollution n'ont pas dépassé 1 %, même dans les industries qui ont adopté des mesures efficaces. Certaines mesures s'amortissent partiellement d'elles-mêmes, grâce aux produits récupérés, par exemple le soufre provenant des dépôts des cheminées, la poussière de caoutchouc recueillie par les dépoussiéreurs, les engrais et l'eau provenant du traitement des eaux d'égouts.
5. Il est essentiel d'adopter, dans les pays avancés comme dans les pays en développement, une législation sur la lutte contre la pollution, ainsi que des normes fixant le degré admissible de pollution et de prévoir des dispositions propres à assurer leur strict respect. Les lois récemment adoptées ainsi que les travaux du Bureau de planification et de coordination écologique et l'Institut national de recherche technique sur l'environnement en Inde pourraient présenter de l'intérêt pour d'autres pays en développement.



76 . 05 . 04