



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.

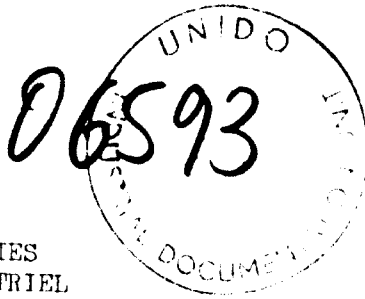
FAIR USE POLICY

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



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

Distr. RESTREINTE
UNIDO/TCD.303
15 janvier 1975
FRANCAIS
Original : ANGLAIS

ETUDE DES CONDITIONS DE SECURITE A L'USINE D'EXTRACTION DU PYRETHRE
DE LA SOCIETE USINEX A RUHENGARI (RWANDA)

par

M. Stanley J. Klein
Consultant de l'ONUDI,
Organisation chargée de l'exécution du projet
par le Programme des Nations Unies pour le développement
(DP/RWA/66/503/11-10/A/05)

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Résumé	3
Introduction	5
Constatations et recommandations	6
Unité de préparation du pyrèthre	6
Usine d'extraction	8
Dispositif de stockage du solvant	12
Salle de commandes de l'installation électrique	14
Atelier de mécanique	14
Chaufferie, réservoirs de stockage du carburant et de traitement de l'eau	15
Dispositif de protection contre le feu	15
Garage	17
Mesures générales de sécurité	17
Inspection des palans	18
Essais hydrostatiques de la chaudière et des autres réservoirs sous pression	19
Essais hydrostatiques des colonnes d'extraction	20
Appendices	
1. Implantation d'USINEX	21
2. Recommandations concernant les extincteurs portatifs	22
3. Références	23
4.1 Diagramme du circuit d'essais hydrostatiques des réservoirs sous pression	24
4.2 Essai hydrostatique d'une colonne d'extraction	25
5.1 } 5.2 } 5.3 } 5.4 }	26 27 28 29

A. Résumé

L'installation de l'USINEX utilise un procédé intrinsèquement dangereux de par les risques d'explosion et d'incendie qu'il comporte et qui tiennent l'emploi d'un solvant très inflammable pour l'extraction des pyrèthrine des fleurs de pyrèthre broyées.

Les risques sont les plus élevés dans deux secteurs : au stade de la préparation et à celui de l'extraction. La préparation comporte l'épuration et le broyage des capitules séchés et dégage des quantités considérables de poussière; il se forme ainsi un mélange extrêmement détonant, que risquent d'enflammer les étincelles d'électricité statique dues à l'écoulement des matières traitées, au mouvement relatif de certains équipements mécaniques, aux courts-circuits, à la négligence de l'opérateur, etc. Quant à l'extraction, elle consiste à tirer l'huile de base des fleurs séchées broyées par diffusion à l'hexane liquide. Le solvant est ensuite séparé de l'huile, puis on récupère celui contenu dans le résidu solide. Les risques, qui demeurent considérables pendant la première phase de l'opération, peuvent devenir extrêmement élevés si l'on ne surveille pas correctement l'évacuation finale du résidu. A ce moment, la vapeur du solvant non récupéré se répand dans l'usine et forme avec l'air un mélange très détonant, que peuvent enflammer des étincelles dues à l'électricité statique, aux chocs d'outils sur le sol bétonné, à la négligence de l'opérateur, etc. La matière première non traitée ou broyée est combustible et son entreposage crée un risque permanent d'incendie.

Bien que les risques en question soient pour la plupart inhérents au procédé utilisé, ils n'ont pas été suffisamment pris en considération par les concepteurs et constructeurs de l'usine qui n'ont pas prévu l'installation des dispositifs de sécurité indispensables.

L'absence d'un système approprié de protection et de lutte contre l'incendie, des méthodes de gestion défectueuses et les difficultés rencontrées pour se procurer les pièces détachées nécessaires à l'entretien des machines de l'installation de traitement accroissent encore les dangers pour l'usine et le personnel.

Les recommandations contenues dans le présent rapport sont fondées sur les normes techniques de sécurité généralement adoptées au Royaume-Uni et aux Etats-Unis et ont un caractère obligatoire en raison des risques considérables que présente le procédé d'extraction par solvant. Les principales modifications recommandées par ordre de priorité sont les suivantes :

1. Installation d'un système automatique homologué de pulvérisation d'eau pour protéger, par inondation, l'équipement et les bâtiments de l'usine d'extraction en cas d'incendie;
2. Installation d'un dispositif approprié de ventilation forcée et de dépoussiérage pour réduire au minimum le dégagement de poussière lors de l'épuration, du broyage et de l'ensachage des fleurs;
3. Mise en place d'un système d'injection de gaz inerte pour déplacer l'air contenu dans les réservoirs de l'installation d'extraction lors du déchargement du résidu solide;
4. Installation hors de l'usine des filtres à poussières en vase clos;
5. Renforcement du système de protection par manches d'incendie : adjonction d'un réservoir d'alimentation indépendant, de tourets à manches d'incendie, de diffuseurs et d'extincteurs portatifs supplémentaires;
6. Organisation d'un service de sécurité chargé d'appliquer et d'enseigner les règles de sécurité, d'évaluer les méthodes de fabrication nouvelles ou révisées, l'équipement et les activités connexes.

B. Introduction

Conformément aux objectifs de sa mission, l'expert a mené à bien, en mars 1974, les activités suivantes à l'usine d'extraction du pyrèthre de la société USINEX à Ruhengeri (Rwanda) :

1. Inspection complète de l'usine sous l'angle de la sécurité, portant sur toutes les opérations de traitement dangereuses, les risques d'incendie et autres risques auxquels est exposé le personnel. Inspection des dispositifs de protection de l'usine contre l'incendie et notamment de l'alimentation en eau, des dispositifs de lutte contre le feu et des systèmes de détection et d'alarme;
2. Essais conformes aux normes britanniques (et aux normes américaines correspondantes) des réservoirs sous pression, y compris la chaudière, et délivrance de certificats d'inspection;
3. Inspection de tous les dispositifs de levage, établissement de la liste des mécanismes à réparer et délivrance de certificats d'inspection.

L'inspection a été systématique, du bâtiment de l'usine de préparation à l'emballage final de l'extrait. Elle a comporté l'étude :

1. Des plans techniques, spécifications et instructions d'exploitation établis par les constructeurs;
2. Des méthodes d'organisation intéressant la sécurité, notamment en ce qui concerne les opérations de traitement, l'entretien et les techniques de sécurité;
3. Des normes généralement acceptées en matière de mesures techniques de sécurité.

C. Constatations et recommandations

Pour mieux comprendre le processus d'extraction au solvant, on est prié de se reporter à l'appendice No 1, où l'on trouvera un diagramme des flux de l'installation.

1. Unité de préparation du pyrèthre (Bloc No 5)

L'inspection de cette unité a fait apparaître les anomalies énumérées ci-après. Il est en conséquence recommandé de prendre les mesures suivantes pour y remédier :

- a) Nettoyage et broyage : La trémie d'alimentation et le cadre de l'épurateur sont en bois et risquent de prendre feu. On devrait les recouvrir de feuilles d'aluminium. La trémie en bois devrait être remplacée par une trémie en aluminium surmontée d'un entonnoir circulaire pour faciliter le déchargement des sacs;
- b) De la poussière s'échappe de l'épurateur, du broyeur et de l'appareil à ensacher. La pression de sortie de l'air devrait être accrue en assurant l'étanchéité extérieure des portes ou en accroissant la vitesse du moteur. Les sacs de filtrage du dépoussiéreur devraient être placés hors du bâtiment principal pour diminuer le dégagement de poussière;
- c) Aucun des éléments de l'équipement actionné par l'air n'est muni d'évents antiexplosion, de mise à la terre ou de commande par courroie, d'où des risques d'inflammation de la poussière par étincelles d'électricité statique. Toutes les commandes par courroies de caoutchouc devraient être remplacées par des commandes par chaînes, silencieuses et immergées dans l'huile. L'équipement devrait être mis à la terre et muni d'évents pour diminuer les surpressions génératrices d'explosions;
- d) Aucun des deux systèmes de dépoussiérage n'est doté d'un dispositif automatique d'extinction situé à l'intérieur du bâtiment. L'installation d'un système approprié réduirait les risques d'explosion à l'intérieur des locaux;
- e) Il n'existe pas d'escalier de secours isolé étanche à la poussière et incombustible pour assurer la sortie du rez-de-chaussée et du premier étage. Une sortie protégée de ce genre est indispensable en cas d'incendie;

- f) Il n'y a pas suffisamment d'extincteurs portatifs dans ce bâtiment et il n'est pas doté de tous les types voulus d'extincteurs (voir appendice). Il est recommandé que l'usine soit équipée à chaque étage d'un extincteur à mousse et d'un extincteur portatif. Ces deux extincteurs et des seaux à incendie devraient être fixés, de façon appropriée, au mur de la salle d'entreposage de l'usine. Il est également recommandé de fixer au mur de l'entrepôt de matières premières, en les espaçant convenablement, quatre extincteurs à mousse. On doit pouvoir accéder facilement à ces extincteurs, sans être gêné par les matériaux entreposés;
- g) Il n'existe pas, à chaque étage et pour chaque aire de travail, de portes coupe-feu à fermeture automatique s'ouvrant vers l'extérieur. L'installation de ces portes permettrait de circonscrire les feux locaux;
- h) Les ouvertures ménagées dans le mur extérieur du bâtiment ne sont pas protégées par des écrans en fil métallique. Ces écrans servent de coupe-feu, empêchant la pénétration d'étincelles de l'extérieur en cas d'incendie;
- i) Les pelles et autres outils risquent de produire des étincelles. Il est recommandé d'en garnir les arêtes de bronze;
- j) Pour les mêmes raisons, le sol devrait être recouvert d'aluminium;
- k) On devrait installer à chaque entrée et dans chaque local des écriteaux plus lisibles portant la mention "Défense de fumer";
- l) Les sacs vides et autres matériaux combustibles devraient être stockés hors du local où s'effectue l'épuration;
- m) La poussière accumulée sur les planchers et toutes les autres surfaces devrait être aspirée chaque jour et rejetée dans le courant de décharge principal;
- n) Le nombre des postes de garde dans l'entrepôt des matières premières devrait être porté de un à deux ou trois et ces postes devraient être installés aux extrémités du bâtiment;

- o) Les sacs sont actuellement entreposés sans laisser de passage le long des murs et les passages ménagés dans l'aire d'entreposage sont insuffisants, ce qui empêche d'accéder à des secteurs étendus qu'il serait impossible de protéger contre le feu en cas d'incendie. Il est recommandé de marquer et de ménager dans le sens de la longueur du bâtiment, et à environ sept mètres les uns des autres, des passages parallèles débouchant sur le passage périphérique. Chaque passage aura deux mètres de large et les sacs seront empilés en pyramide;
- p) Le bâtiment devrait être équipé, aux deux étages du local où s'effectue le broyage, d'évents antiexplosion ($1 \text{ m}^2/50 \text{ m}^3$);
- q) La trémie de chargement de l'épurateur est entourée d'un espace vide suffisamment large pour que l'opérateur risque d'y passer le pied et qu'il faudrait couvrir d'un plancher;
- r) Certains opérateurs travaillent sans masque. Pour prévenir l'irritation des voies respiratoires, le port d'un masque (meilleur conçu que le modèle actuel) devrait être rendu obligatoire;
- s) L'escalier conduisant au premier étage du bâtiment du broyeur est partiellement obstrué par des sacs; le passage devrait être toujours libre;
- t) On peut facilement percer et couper les câbles électriques dits "anti-explosion", ce qui risque d'enflammer des poussières et des débris au sol. Un dispositif de protection devrait être installé dans tous les endroits où ces câbles risquent d'être endommagés.

2. Usine d'extraction (Bloc No 6)

L'inspection de l'usine a fait apparaître les anomalies ci-après. Il est recommandé en conséquence de prendre les mesures suivantes :

- a) Il n'existe aucun système de purge pour placer les cuves d'extraction sous atmosphère inerte avant le déchargement du résidu ou le nettoyage. Il y a donc de très sérieux risques d'incendie à la fin

de chaque cycle de traitement. L'exposition à la vapeur de la poudre de fleurs étant incomplètes, des gaz inflammables s'échappent par la porte de déchargement et envahissent le bâtiment. Lorsque leur concentration atteint la limite inférieure d'explosion, l'inflammation peut être provoquée à n'importe quel moment par une étincelle due à l'électricité statique ou à un choc. Un gaz inerte, par exemple du gaz carbonique, devrait être injecté immédiatement après le traitement à la vapeur pour remplacer l'air lors de l'évacuation du résidu. Au moment du déchargement, la poudre de fleurs se trouve à une température de 80°C et sous une pression comprise entre 0,1 et 0,4 atm. La ventilation de la cuve n'est pas toujours complète par suite de l'obstruction des filtres du condenseur. Lorsque l'opérateur ne vérifie pas la pression ou l'odeur à la sortie de la vanne d'aération, des vapeurs de solvant peuvent s'échapper par la porte de déchargement et accroître les risques d'incendie. Un seul diagramme est utilisé pour enregistrer la température des vapeurs dans les six cuves d'extraction. Il est recommandé d'installer un dispositif de ventilation avec une hotte au-dessus de chaque porte de déchargement pour dissiper à l'extérieur les vapeurs de solvant. On pourrait contrôler plus exactement la température des vapeurs de solvant en installant des enregistreurs supplémentaires. L'utilisation d'un matériau plus approprié permettrait d'éviter l'obstruction des filtres du condenseur et d'expulser entièrement les vapeurs de solvant des cuves d'extraction;

- b) Le seul moyen de protection contre le feu dont soit pourvu le bâtiment sont des extincteurs portatifs. Il est recommandé d'installer au-dessus de chaque réservoir d'hexane un appareil de pulvérisation d'eau. Ces appareils seraient alimentés par un réservoir d'eau indépendant, d'une capacité suffisante pour assurer leur fonctionnement pendant 30 minutes au moins. A défaut, on pourrait fixer aux murs intérieurs du bâtiment des tourets à manches d'incendie convenablement espacés. Le système actuel de raccordement aux bouches d'incendie extérieures ne protège pas suffisamment l'intérieur du bâtiment. On devrait le compléter pour permettre le raccordement à des bouches d'incendie intérieures;

- c) Le seul explosimètre disponible a besoin d'être réparé. Il est donc impossible de déterminer la concentration des vapeurs de solvant dans l'atmosphère ambiante et, partant, de détecter suffisamment à l'avance les risques d'inflammation et d'explosion. L'explosimètre est un instrument indispensable qu'on doit utiliser en permanence. Il est donc recommandé d'avoir deux appareils de ce type et de les maintenir en bon état de fonctionnement;
- d) Les tranchées de drainage de l'eau de pluie autour du bâtiment constituent un danger, car les vapeurs de solvant inflammables risquent de s'y accumuler. Ces tranchées ne devraient pas être creusées à moins de 30 m de l'installation d'extraction;
- e) L'escalier extérieur à deux étages devraient être étanche et incombustible, avec trois portes coupe-feu à fermeture automatique, d'un accès facile à chaque palier;
- f) La goulotte de déchargement de la poudre de fleurs, en matériau combustible, devrait être remplacée par une autre, en matériau incombustible et anti-étincelles, tel que l'aluminium;
- g) Les plate-formes de déchargement de la poudre de fleurs, à l'étage inférieur, sont en béton et risquent de produire des étincelles en cas de chocs. On devrait les recouvrir d'aluminium, de même que les autres planchers;
- h) Il n'existe pas de dispositif d'alarme pour signaler les situations anormales ou dangereuses pouvant survenir pendant la marche de l'usine : pertes de vapeur, baisse de pression de l'eau au condenseur, panne des pompes de l'installation de traitement ou des ventilateurs, panne des moteurs, des avertisseurs d'incendie, etc. L'installation d'un tel dispositif permettrait d'assurer la sécurité de l'exploitation et d'éviter les situations de nature à provoquer l'arrêt des installations et une accumulation de vapeurs, avec tous les risques d'incendie et d'explosion que cela comporte;

- i) Il est recommandé d'installer des dispositifs de verrouillage automatique pour arrêter sans risque les installations si une opération essentielle est interrompue;
- j) Le chargement manuel des extracteurs dégage de la poussière. On pourrait y remédier en installant une hotte aspirante au-dessus de la porte de chargement;
- k) Dans ses déplacements, le personnel risque d'endommager les câbles électriques servant à l'alimentation des moteurs, des interrupteurs muraux et d'autres dispositifs de commande. Le seul moyen d'éviter les risques d'explosion consiste à protéger ces câbles contre les coupures, les perforations et autres susceptibles de provoquer l'inflammation des vapeurs de solvant. Toutes les portions exposées des câbles devraient être protégées par des enveloppes rigides mises à la terre;
- l) On utilise actuellement de nombreux outils en acier dont la chute risque de provoquer l'inflammation des vapeurs de solvant. Tous les outils en acier devraient être remplacés par des outils en bronze "anti-étincelles";
- m) On devrait étanchéifier le niveau situé au-dessous des réservoirs de stockage de l'extrait, pour qu'il puisse, en cas de fuite, recevoir sans danger le contenu des deux réservoirs;
- n) Les leviers amovibles des vannes situées au niveau intermédiaire risquent de se détacher et de blesser dans leur chute le personnel à l'étage inférieur. On devrait les munir de goupilles ou de chaînes de sécurité;
- o) Si l'on ouvre accidentellement les vannes d'évacuation d'eau pendant le cycle d'extraction, tout le solvant contenu dans le réservoir peut s'échapper dans le séparateur en empruntant les tuyaux de vidange. Une grande quantité de vapeurs de solvant risque alors d'envahir ce local. Le contremaître devrait verrouiller les leviers de commande des vannes et ne les actionner que pour évacuer l'eau. On pourrait aussi utiliser un dispositif de verrouillage électrique pour maintenir les vannes fermées pendant l'extraction;

- p) La mise à la masse des raccords des conduites de solvant n'est pas toujours assurée. En certains points, le ruban adhésif se détache, en d'autres il fait défaut;
- q) La murette entourant l'entrée de la canalisation par laquelle le câble sous-terrain pénètre dans la salle de commandes de l'installation électrique est brisée et de l'hexane liquide ou à l'état de vapeur peut envahir la salle de commandes et s'y enflammer au contact d'une étincelle électrique. L'incendie risque alors de remonter jusqu'au local d'extraction. La canalisation devrait être bouchée sur toute la longueur ou obturée aux deux extrémités par des cloisons imperméables à la vapeur;
- r) Le dispositif de ventilation en place est insuffisant. Les grillages protégeant les entrées d'air, à moitié obstrués par la poussière, sont placés trop haut par rapport au sol. Il est recommandé de disposer ces grillages à 5 cm du sol. La ventilation doit être suffisante pour maintenir le pourcentage de vapeurs d'hexane au-dessous de la limite d'explosion (1,290). Elle est surtout nécessaire dans le périmètre de l'unité d'extraction. Il est aussi recommandé de nettoyer les grilles et les sorties d'air une fois par jour et, en tout cas, assez souvent pour que la surface utile ne soit pas obstruée par les poussières résiduelles. Il est recommandé de remplacer les grillages par d'autres, de conception nouvelle, pour assurer en permanence l'évacuation de l'air du périmètre de l'unité d'extraction. L'air contenu dans le bâtiment devrait être renouvelé entièrement au moins six fois par heure.

3. Dispositif de stockage du solvant

L'inspection du dispositif de stockage du solvant a fait apparaître les anomalies ci-après. Dans chaque cas, la description de l'anomalie est immédiatement suivie de recommandations concernant les modifications à apporter :

- a) Le câble électrique qui sert à alimenter le moteur de la pompe de solvant n'est pas protégé contre des dommages mécaniques éventuels. Lorsqu'on transfère le solvant des fûts dans lesquels il est transporté aux réservoirs de stockage, les vapeurs qui se dégagent peuvent facilement être enflammées par des étincelles. Ce câble devrait être armé;
- b) La mise à la masse des raccords des tubes à brides n'est pas toujours assurée. Dans certains cas, le ruban adhésif s'est détaché de son support. Pour laisser l'électricité statique s'écouler sans risque dans le sol, il faut utiliser pour les raccords un matériau à charge électrique positive;
- c) Les tuyaux utilisés pour l'alimentation des réservoirs de solvant ne sont pas suffisamment protégés contre la déformation latérale. Il faudrait les placer sur des supports pour éviter des perforations éventuelles des tuyaux et des raccords;
- d) La fosse en béton abritant le réservoir de solvant est remplie d'eau souterraine, d'où des risques de corrosion du réservoir, relativement mal protégé. On devrait nettoyer ce dernier et le revêtir d'asphalte ou de peinture antirouille. La fosse devrait être colmatée pour éviter l'accumulation de vapeur;
- e) Le lit des canalisations reliant le réservoir de solvant au bloc 6 peut être envahi par des vapeurs de solvant en cas de fuite ou de déversement. Il devrait être également colmaté;
- f) Les tuyaux de remplissage du réservoir sont abîmés et le solvant peut se répandre sur le sol. Après le remplissage, le solvant resté dans la pompe peut refluer dans ces tuyaux. On devrait remplacer ces derniers par d'autres plus appropriés et vider soigneusement la pompe après usage;
- g) L'aire de stockage de l'hexane dans la cour située derrière le bloc 6 devra être isolée de tous les bâtiments avoisinants par un fossé ou des remblais pour prévenir une fuite. Les fûts ne sont pas munis d'étiquettes signalant le danger d'incendie. On

devrait installer à proximité, de préférence au voisinage des tuyaux, des appareils de lutte contre l'incendie et des extincteurs à mousse (maintenus à l'abri). On devrait construire un hangar pour protéger les fûts de la chaleur solaire. La capacité totale d'une pile de fûts ne devrait pas dépasser 8 800 litres, la distance entre piles étant au minimum de 1,70 m.

4. Salle de commandes de l'installation électrique

- a) L'alimentation de l'unité d'extraction (bloc 6) par des câbles souterrains comporte des risques d'incendie et d'explosion. Si du solvant se déverse à l'intérieur du bloc 6, dont la murette protectrice est brisée, les vapeurs peuvent pénétrer dans la salle de commandes et y être enflammées par des étincelles électriques. Le conduit abritant ces câbles devrait être comblé ou obturé à chaque extrémité par des cloisons imperméables aux vapeurs de solvant;
- b) La salle de commandes devrait être équipée d'un extincteur portatif à gaz carbonique.

5. Atelier de mécanique

- a) Les câbles électriques souples, à gaine de caoutchouc, qui alimentent les machines, sont posés à même le sol et exposés à des dommages mécaniques. Ils devraient être armés et mis à la terre;
- b) Le port des lunettes de sécurité devrait être obligatoire pour protéger le personnel de l'atelier des projections de particules;
- c) Toutes les opérations de soudage à l'arc devraient être effectuées à l'abri d'un bouclier pour protéger le personnel des éclairs de l'arc électrique;
- d) Le personnel travaillant dans l'atelier devrait porter en permanence des chaussures pour se protéger contre les projections de copeaux d'acier et les chutes d'objets lourds.

6. Chaufferie, réservoirs de stockage du carburant et de traitement de l'eau

- a) Les viseurs pour l'eau d'alimentation des chaudières sont inutilisables. Ils devraient être remplacés par des modèles appropriés;
- b) Les connexions électriques du moteur de la pompe ne sont pas protégées; elles devraient être enfermées dans une boîte à raccords d'un modèle approprié;
- c) La chaudière devrait porter une étiquette mentionnant les caractéristiques techniques : puissance, débit de vapeur, pression et température normales, ainsi que le dernier certificat de contrôle;
- d) On devrait creuser autour du réservoir de stockage du carburant une tranchée pouvant recevoir tout le carburant contenu dans le réservoir. Celui-ci devrait être placé à 8 m au moins de la chaufferie et des autres bâtiments. Actuellement, en cas de fuite du réservoir, le carburant risque de remplir la tranchée de drainage de l'eau de pluie, entourant ainsi la chaufferie de combustible liquide;
- e) Le réservoir de carburant n'est protégé par aucun dispositif de lutte contre le feu. Il est recommandé d'installer à proximité une centrale à mousse mobile et une prise d'eau;
- f) On devrait ôter la poignée de la vanne d'évacuation pour éviter d'ouvrir accidentellement cette vanne;
- g) Le réservoir de traitement de l'eau devrait être muni d'une échelle de sécurité enfermée.

7. Dispositif de protection contre le feu

On a décidé de résumer ci-après, au risque de quelques redites, un certain nombre de recommandations particulièrement importantes :

- a) On devrait compléter le dispositif actuel des prises d'eau en installant des bouches d'incendie à chaque angle du bloc 6, avec des colonnes montantes pour l'alimentation des manches d'incendie sur tourets fixés aux murs intérieurs du bâtiment;

- b) A l'extérieur, les manches d'incendie devraient être placées sous des auvents appropriés, faciles d'accès, à proximité de prises d'eau situées en un point central. Les manches d'incendie sont actuellement placées loin des prises d'eau;
- c) Toutes les lances devraient être à la fois à jet et à pulvérisation;
- d) Un dispositif automatique de pulvérisation d'eau devrait être installé au-dessus de l'extracteur et des réservoirs de solvant;
- e) Des extincteurs portatifs supplémentaires devraient être installés aux emplacements indiqués à l'appendice No 2. Dans nombre de cas, les extincteurs sont posés à même le sol, ou bien leur accès est entravé par les matériaux stockés. Tous les extincteurs portatifs devraient être fixés au mur d'une façon appropriée. On devrait les inspecter et les munir d'étiquettes de contrôle, conformément aux règlements en vigueur. On devrait également tenir un inventaire des extincteurs, faisant mention de leur emplacement;
- f) Il faudrait installer un réservoir d'eau indépendant capable d'alimenter pendant 30 minutes au moins le dispositif de lutte contre l'incendie. On ne dispose actuellement que d'un réservoir de faible capacité, construit à flanc de coteau, qui sert surtout pour les opérations de traitement;
- g) On devrait prévoir dans le bâtiment des pompes, une pompe de secours à utiliser en cas de panne;
- h) La pompe à Diesel utilisée actuellement, devrait être rangée dans un hangar à l'abri des intempéries. Les roues du châssis devraient être immobilisées pour éviter de soumettre à des contraintes excessives manches d'incendie et raccords. Le châssis et les raccords devraient être alignés;
- i) Les manches à incendie en toile ne conviennent pas pour la mousse. On devrait les remplacer par un modèle plus approprié;

- j) Après usage, les manches à incendie en toile devraient être égouttées et séchées;
- k) Pour éviter des fuites, les manches devraient être fixés aux raccords par des brides de serrage;
- l) L'agent moussant, distribué par un aspirateur monté sur la pompe, est puisé dans quelques réservoirs de 20 litres. Ces derniers, entreposés en plein air, risquent de se corroder et de fuir. On devrait les mettre sous abri et de préférence les remplacer par un seul réservoir de grande dimension;
- m) La vanne principale de la canalisation d'incendie devrait être verrouillée en position ouverte (on ne devrait la fermer qu'en cas de réparation) et vérifiée périodiquement;
- n) Il est recommandé d'installer dans le bloc No 6 un dispositif de détection des gaz combustibles, constitué de détecteurs convenablement espacés, reliés à un système sonore et visuel d'alarme.

8. Garage

- a) Une prise d'eau est située directement au-dessus d'un établi, à côté d'un éteau à tube. Il est recommandé de déplacer l'établi pour dégager l'accès au raccordement;
- b) Un extincteur portatif, à gaz carbonique, devrait être installé, conformément aux dispositions prévues à l'appendice No 2.

9. Mesures générales de sécurité

- a) Il faudrait organiser un service de sécurité chargé de définir les mesures de sécurité et les modalités d'application de ces mesures, de recommander les types appropriés de matériel de sauvetage et de protection contre l'incendie et les modifications à apporter aux procédés et aux installations, d'organiser des exercices de prévention et de lutte contre l'incendie, de veiller à l'utilisation du matériel, au port des vêtements de sécurité, et à la sécurité générale de l'usine et de s'occuper de toutes les autres questions intéressant la santé et la sécurité du personnel;

- b) On devrait nommer un chef du service de sécurité qui serait chargé, avec le concours du personnel nécessaire, d'inspecter et de contrôler périodiquement le matériel de l'usine, et ne rendrait compte qu'au directeur général;
- c) On devrait organiser à l'intention du personnel d'exploitation et de surveillance un programme de formation destiné à fonctionner ensuite sur une base autonome;
- d) On devrait créer un comité pour les questions de sécurité, composé du chef du service de sécurité, du directeur de la production, du chef de l'entretien et d'un représentant de chaque équipe de production;
- e) Le chef du service de sécurité assistera à toutes les réunions du personnel de direction de l'entreprise, établira la documentation nécessaire, présentera des rapports périodiques au directeur général, établira les devis de nouveaux équipements de sécurité, etc.;
- f) Le chef du service de sécurité tiendra à jour une documentation sur les normes de sécurité américaines et britanniques et se tiendra au courant des techniques de sécurité les plus récentes;
- g) Il faudrait installer, sous la supervision du service de sécurité, une infirmerie comportant les équipements suivants : un lit de camp, des civières, un inhalateur à oxygène, les fournitures nécessaires aux premiers secours, des attelles, etc.

10. Inspection des palans

L'inspection des deux palans à chaîne a mis en lumière les points suivants :

1. Les deux palans, à fonctionnement manuel, ont été construits par une entreprise britannique, la société FELCO. Leur puissance respective est de 5 tonnes et de 2 tonnes;
2. On devrait resserrer les boulons de carter des deux palans, graisser les galats et lubrifier légèrement les chaînes;

3. Le palan de 5 tonnes est en bon ordre de marche;
 4. Sur le palan de 2 tonnes il a fallu monter les chaînes de manoeuvre, remonter la barre d'arrêt, remettre en état la manille d'assemblage et la noix du crochet inférieur et, ce faisant, remonter la noix cannelée et la clavette. On a constaté à cette occasion que la clavette faisait défaut et que l'écrou de la manille était presque entièrement dévissé. Un accident grave aurait pu se produire si l'on avait continué d'utiliser le palan sans procéder aux réparations nécessaires;
 5. Le rapport d'inspection a été communiqué à M. Tetard pour qu'il prenne les dispositions appropriées et copie en a été remise à M. Tondeur.
11. Essais hydrostatiques de la chaudière et des autres réservoirs sous pression

Avec l'autorisation de M. Wadda, le matériel suivant a été livré à l'usine d'extraction pour conduire les essais hydrostatiques :

Une pompe à pression

Des manomètres

Des soupapes à bille

Du ruban d'étanchéité

Des normes d'essai et d'autres données de référence

Raccords de tuyauterie, couvre-joints et autres accessoires ont été réalisés à l'atelier de mécanique de l'usine et assemblés conformément aux procédures d'essai du Code ASME pour les réservoirs sous pression (voir diagramme du circuit d'essai, appendice No 4).

La première mise sous pression à 9,45 atm a fait apparaître au niveau de certaines soupapes des fuites qui ont été ensuite étanchées. La seconde mise sous pression, à 16,66 atm, a permis de constater une légère fuite aux raccords des extrémités les plus larges des six tubes de la chaudière et une autre fuite du clapet de l'indicateur de niveau à regard. Après avoir aveuglé ces fuites et porté de nouveau la pression à 16,66 atm, on a poursuivi l'essai pendant une demi-heure. La pression a diminué de 0,98 atm en 10 minutes. Elle a été ramenée à 16,66 atm et l'essai a été poursuivi une demi-heure, puis on a de nouveau porté la pression à 16,66 atm

et poursuivi l'essai pendant une demi-heure. La pression a diminué de 0,98 atm pendant cet intervalle de 30 minutes en raison d'une fuite très faible (une goutte par minute) des tubes de la chaudière (baisse de pression d'environ 6 % en une demi-heure à plus de deux fois la pression normale d'exploitation). Avant de remettre la chaudière en service, il faudra réparer la soupape d'échappement de vapeur et celle de l'indicateur de niveau inférieur. Bien qu'ils fussent légèrement sous 16,66 atm, les tubes de chaudière ne furent pas sous la pression d'exploitation de 7,7 atm.

12. Essais hydrostatiques des colonnes d'extraction

Les essais n'ont porté pour cette fois que sur la première des six colonnes d'extraction. En effet, l'usine a dû être arrêtée en raison d'une pénurie de carburant, ce qui n'a pas permis de vidanger les cinq autres colonnes. Les essais concernant ces colonnes seront effectués ultérieurement par M. Tétard, ingénieur de l'usine. A cette fin, il a reçu toutes les instructions nécessaires, y compris un exemplaire du code d'essais.

La colonne No 1 a été raccordée au circuit hydrostatique conformément au diagramme de l'appendice 4.1 et placée sous une pression de 3,01 atm. Le constructeur n'ayant fourni aucune indication à ce sujet, la pression maximale admissible a été calculée à l'aide du disque de rupture (voir appendice 4.2). Cette pression est inférieure à la pression maximale de calcul, mais on la considère comme appropriée, plusieurs colonnes ayant été déformées par endroits par la surcharge de la plaque perforée de soutien près du fond de la colonne.

Au moins une des colonnes a été endommagée au cours du transport, comme le montre une profonde entaille de la paroi.

La colonne a été mise sous une pression de 3,01 atm et on a vérifié si des fuites se produisaient. De petites fuites au niveau des couvre-joints ont été obturées et la pression, portée à nouveau à 3,01 atm, a été maintenue pendant une demi-heure sans qu'il se produise de nouvelles fuites.

Appendice No 1

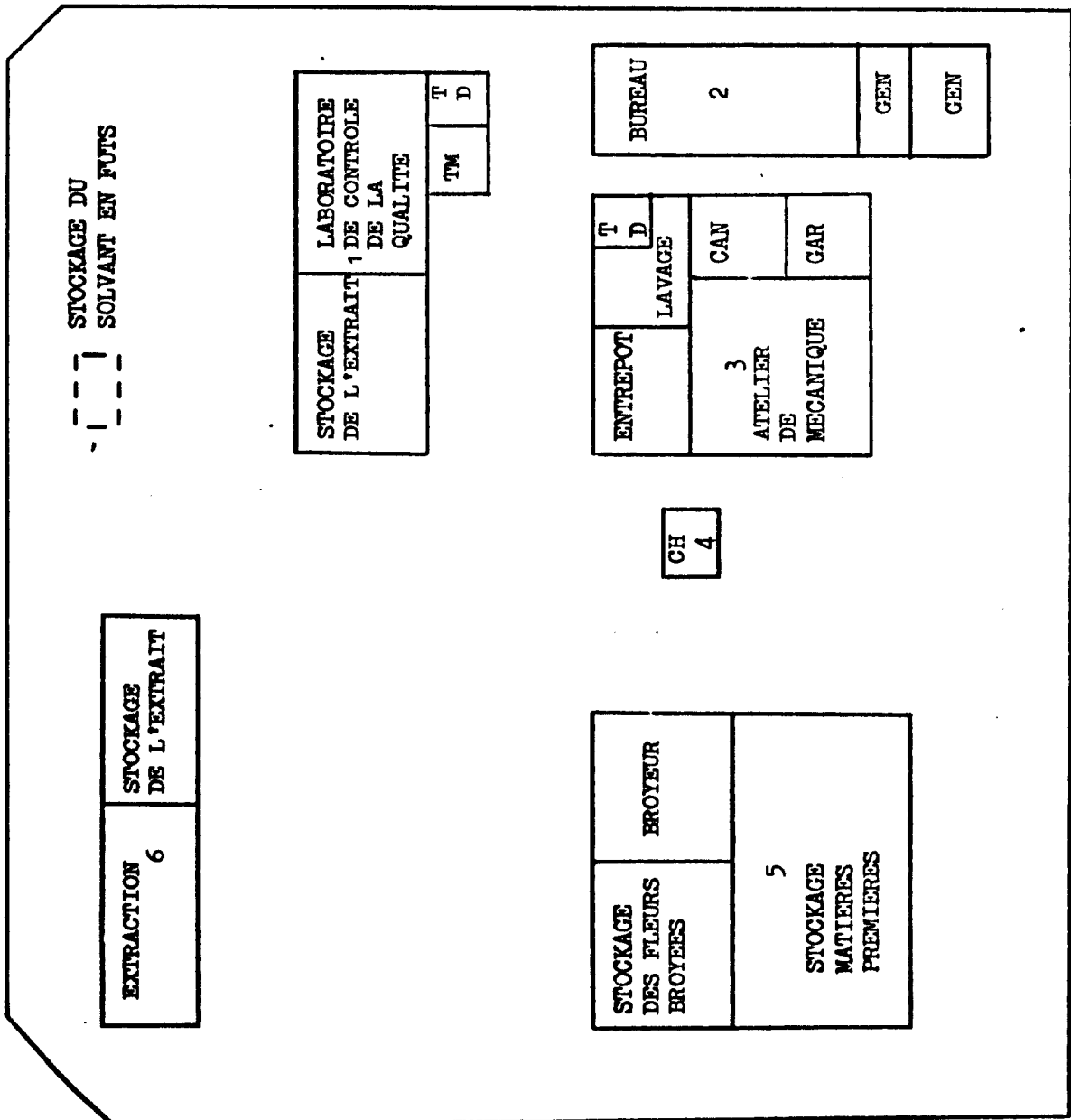
Implantation d'USINEX

LEGENDE

- TM Toilette messieurs
- TD Toilette dames
- GH Maison du gardien
- CAN Cantine
- GEN Génératrices
- CH Chauffage

Pour l'échelle et les dimensions dans IDC/DWG 1466-401

Schéma d'implantation de l'usine d'extraction de la société USINEX à Ruhengeri (RWANDA)



Appendice No 2

Recommandations concernant les extincteurs portatifs

Secteurs de l'usine	Bâtiment	Catégorie de risque	Type	Nombre	Capacité
Laboratoire	1	A,B	<u>F</u> ,DC, <u>C</u>	1 de chaque	2,5 gallons
Bureau	2	A	<u>F</u>	1	1,5 gallon
Garage	3	B	<u>C</u> ,DC, <u>F</u>	1	15 livres
Atelier	3	B,C	<u>C</u> ,DC, <u>F</u>	1	15 livres
Entrepôt	3	A	<u>F</u>	1	2,5 gallons
Salle de commandes des installations électriques	2	C	C	1	15 livres
Chaufferie	4	B	<u>C</u> ,DC, <u>F</u>	1	15 livres
Entrepôt des fleurs non traitées	5	A ^X	F	4	5 gallons
Broyage	5	B,A	<u>C</u> ,DC, <u>F</u>	2 de chaque	5 gallons
Extraction	6	B,C ^X	<u>F</u> ,DC,C	8 de chaque	5 gallons
Stockage de l'extrait	1	B	<u>F</u> ,DC,C	2	5 gallons
Génératrices	2	B,C	<u>C</u> ,DC, <u>F</u>	1 de chaque	2,5 gallons
Pompes	-	C	<u>C</u> ,DC	1	15 livres
Cantine	3	A	F	1	1,5 gallon
Toilettes	1	A	F	1	1,5 gallon
Entrepôt des fleurs broyées	5	A ^X	F	2	5 gallons
Entrepôt des produits chimiques	2	A,B	F,DC,C	1	2,5 gallons

Légende : F = à mousse, DC = à poudre, C = CO₂

Catégorie	Nature du risque	Type
A	Matériaux ordinaires. Bois, papier, caoutchouc, etc.	F,DC
B	Liquides, gaz, graisses inflammables	F,DC,C
C	Matériel électrique	C,DC

X Il est aussi recommandé d'installer des manches d'incendie sur tourets (voir C.7, protection contre l'incendie).

Appendice No 3

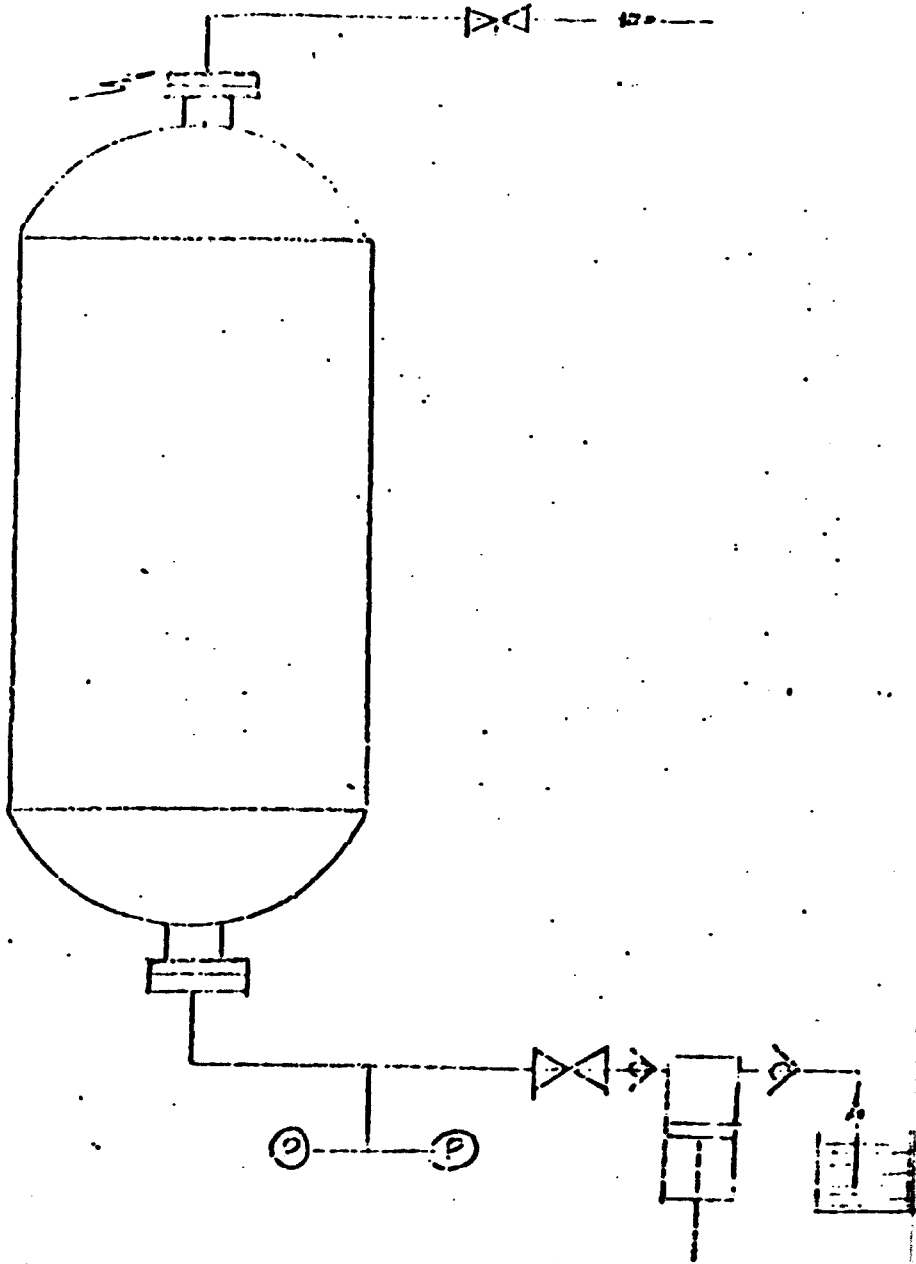
Références

1. ASME Boiler Pressure Vessel Code, Sect.VIII, Div.1
The American Society of Mechanical Engineer
2. National Fire Codes, Vol. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
National Fire Protection Assn.
3. Industrial Ventilation, Amer. Conference of Govil
Industrial Hygienists. Common Indust. Vent. P0453 Lansing, Mich, 48902
4. Handbook of Industrial Less Preventions
Assoc. Factory Mutual Insur. Co's., McGraw Hill Co.
5. Accident Prevention Manual for Industrial Operations
National Safety Council
6. Guidebook to Occupational Safety and Health
OSHA Standards, Commerce Clearing House
7. Safety Code for Cranes, Derricks and Hoists ASA B30.2
American Society of Mechanical Engineers
8. Manual of Accident Prevention in Construction "J"
Assoc. of general Contractors of America
9. Safety Requirements for Workmen's Hoists
American Standards Assn.
10. National Electrical Code
Note Fire Protection Assoc.

Appendice No 4-1

DIAGRAMME DU CIRCUIT D'ESSAIS HYDROSTATIQUES DES RESERVOIRS SOUS PRESSION

COUVRE-JOINT



Ⓟ Manomètre

⊘ Soupape (position fermée)

⤴ Clapet de retenue

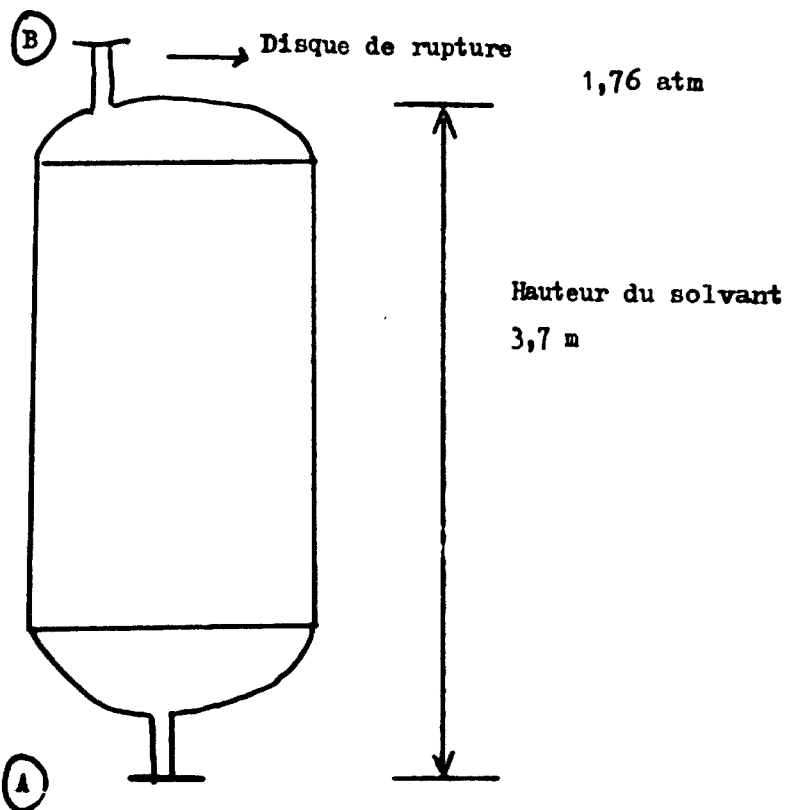
⊞ Pompe

⊞ Bac de vidange

Appendice No 4-2

ESSAI HYDROSTATIQUE D'UNE COLONNE D'EXTRACTION

Température d'utilisation
du solvant : 32°C
Température de l'eau : 17°C
Densité de l'hexane : 0,67



Pression de service maximale : pt (A) = 1,75 atm + pression hydrostatique
= 1,76 + (0,37 x 0,67) = 1,76 + 0,2
= 2,01 atm
Pression d'essai en A
= 2,01 x 1,5 = 3,01 atm

EXTRACTION SOLIDE / LIQUIDE

Stockage de la farine 24 h.

9 Tonnes / jour de farine
1 Cycle = 16h.30
Taux de récupération = 95%

Toit

Teneur en pyréthrine = 1,5 %

Batterie de 6 extracteurs fonctionnant par perméation en circulation

Zerne

1. Changement
2. Remplissage
3. Percussion (Extraction)

DECANTATION

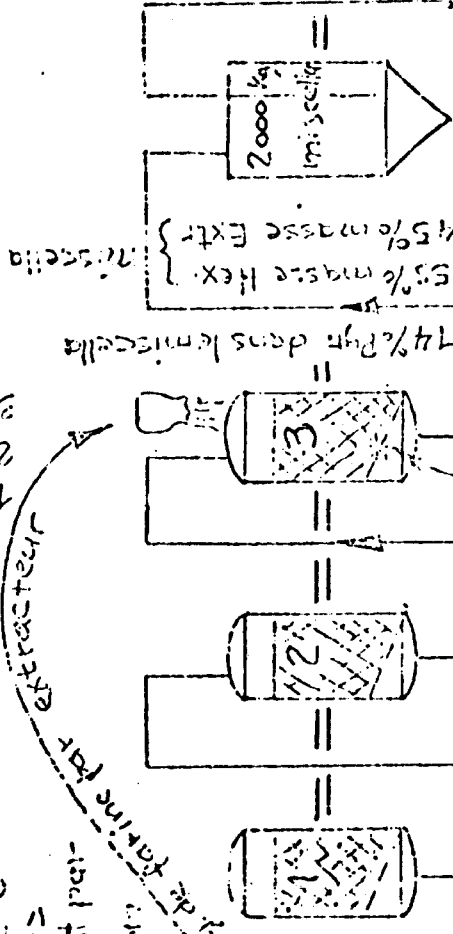
1 1/2 h.

EVAPORATION PRIMAIRE

Durée = 1h 1/2

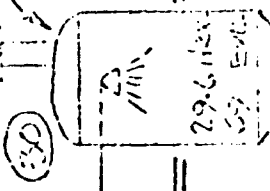
150 mm Hg

Vapeur



Toile de percolation

1924 kg. Hexane) 21,4 kg Pyréthrine
69 kg. Extr. }
2000 kg miscella



19074 kg n-Hexane

Le produit de la vapeur brève pour le vers le secondaire

19,000 L. n-Hexane

EVAPORATION SECONDAIRE

Durée : 18 h.

Tout

·Ejecteur à vapeur

vapeur

Zerne

Ter

VERS PÉTROLIUM

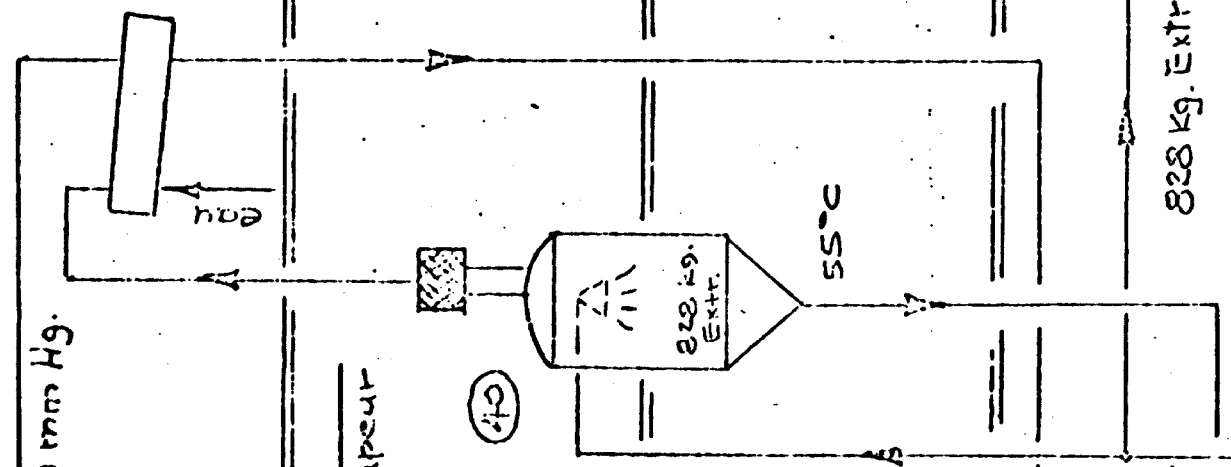
1193.2 kg } 256.8 kg Pyr.
828 kg Extr. }

De l'évaporateur primaire

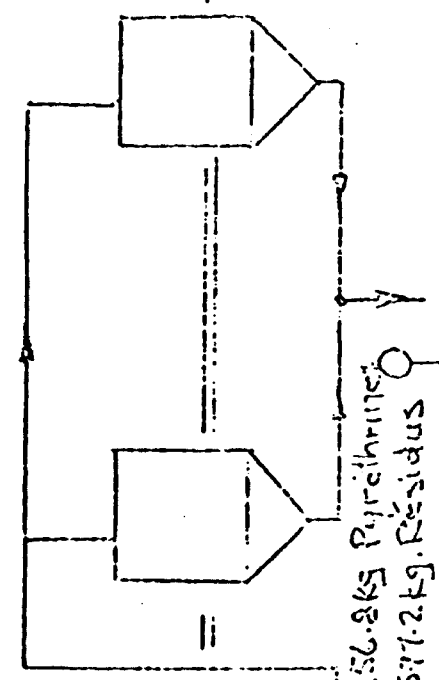
STOCKAGE ET CONDITIONNEMENT

Echantillonnage

Teneur moyenne annuelle en pyréthrines = 37 %



256.8 kg Pyréthrines
828 kg Extr. } 577.2 kg Résidus



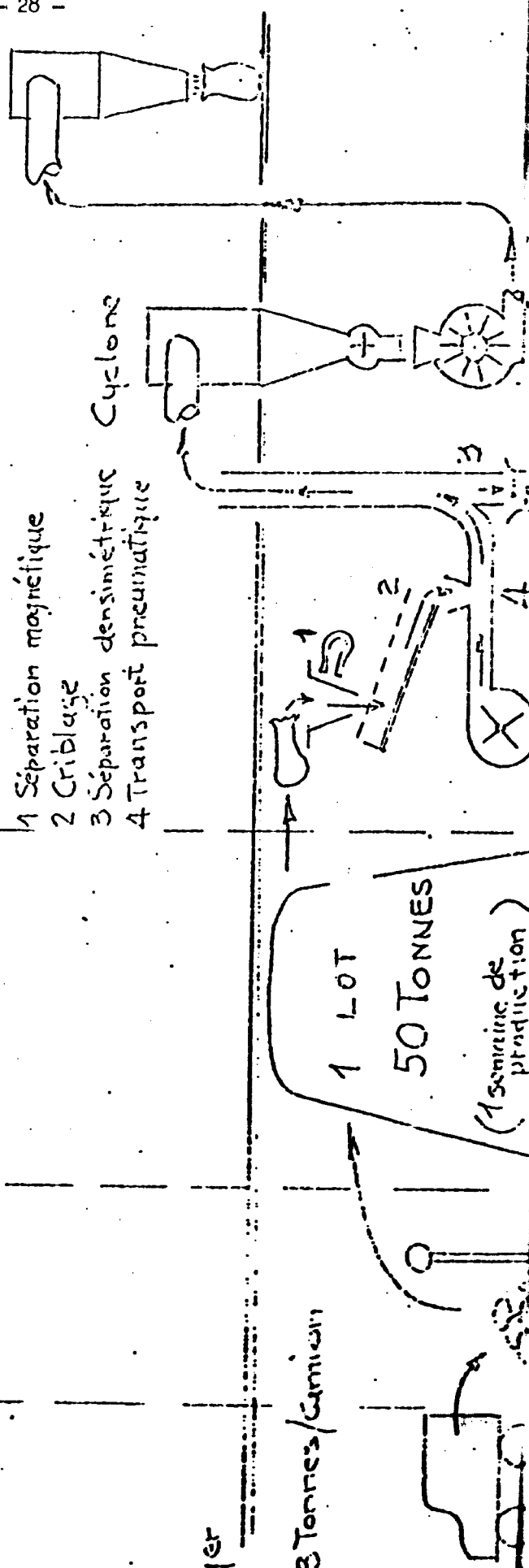
LIVRAISON RECEPTION BROYAGE DES FLEURS BROYAGE

Société ASPY	Pesée Échantillonnage	Constitution des LOTS	Nettoyage	Broyage	Mise en sac
--------------	--------------------------	-----------------------	-----------	---------	-------------

Toit
(Jusqu'à
Capacité max
(30 kg/sac)

2ème
Cyclone

- 1 Séparation magnétique
- 2 Criblage
- 3 Séparation densimétrique
- 4 Transport pneumatique

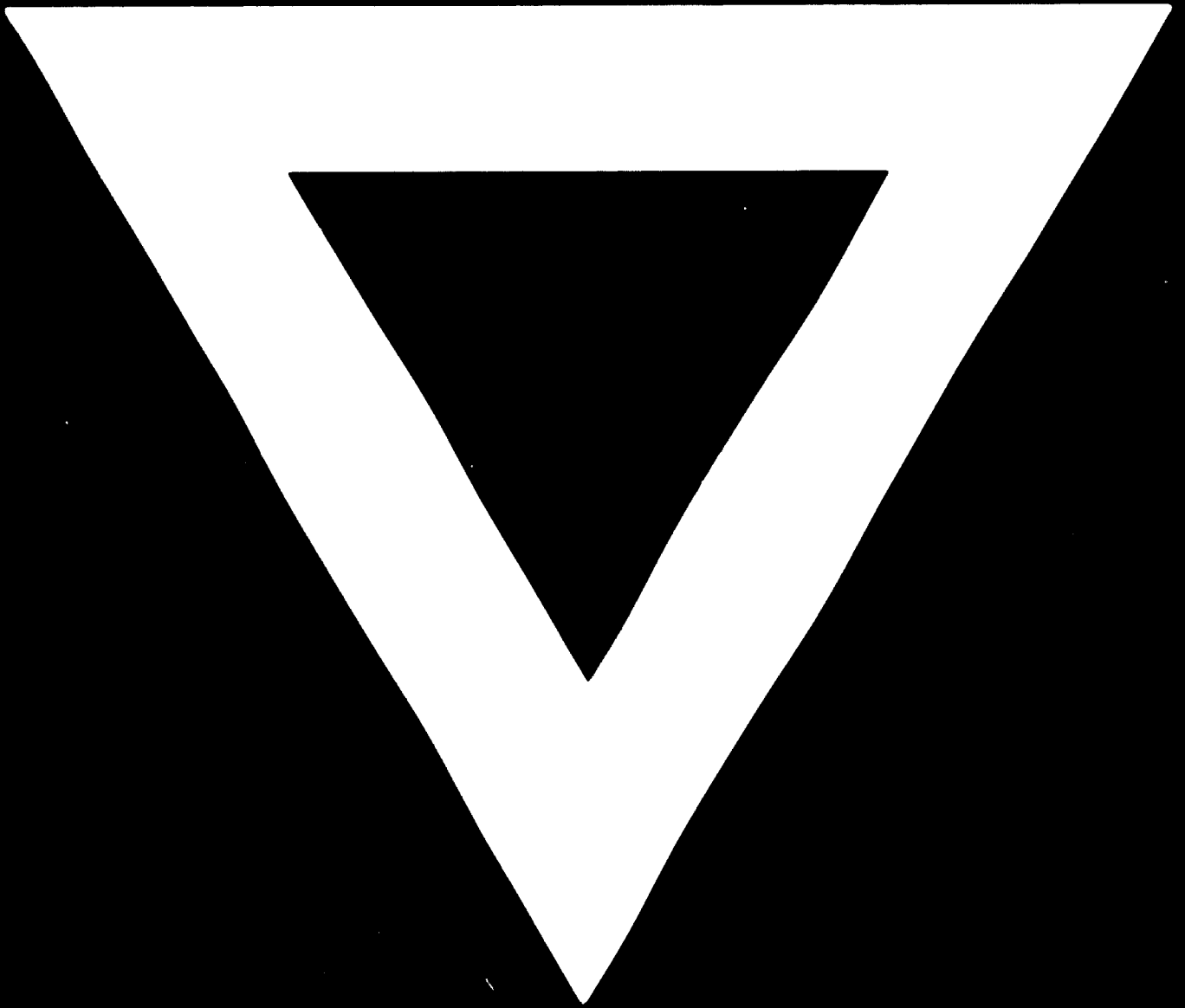


Cycles à 10,28 T/Tour théorique
 en réalité
 10,28 x 87,5% = 9 T/Tour

APPENDICE No 5-4

CYCLE D'UN EXTRACTEUR Exemple : Extracteur No 3

LISTE DES OPERATIONS		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1. Chargement	1/4 h	<p>50 sacs = 1.500 kg Farine</p>	<p>Solvant</p>						<p>Solvant Condenseur Vapeur 0,2 kg/cm²</p>	<p>Remorque</p>
2. Remplissage	1 h									
3. Perculation	2.30h									
4. 3 ^e Lavage	1 h									
5. 4 ^e Lavage	2.30h									
5. 5 ^e Lavage	1 h									
7. Soutirage	2.30h									
8. Vapeur	80h									
9. Déchargement	1.45h									
TOTAL	24h									



76.01.12