



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

07816 - F

Distr. LIMITEE

UNIDO/IOD.139
4 janvier 1978

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

CREATION D'USINES DE TRANSFORMATEURS DE DISTRIBUTION
DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT*

- Guide provisoire -

établi par le
Secrétariat de l'ONUDI
en coopération avec
la NGEF Ltd., Bangalore (Inde)

* L'original anglais du présent document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

id.78-021

Table des matières

| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| 1. INTRODUCTION ET RESUME | 4 |
| 2. LE PRODUIT | 5 |
| 2.1 Gamme et caractéristiques des fabrications | 5 |
| 2.2 Importance pour le développement industriel | 5 |
| 3. PROBLEMES RELATIFS AU MARKETING, AU COMMERCE ET A LA REGLEMENTATION | 7 |
| 3.1 Détermination de la taille du marché et de la gamme des productions | 7 |
| 3.2 Marketing et distribution | 8 |
| 3.3 Dispositions relatives à l'approvisionnement | 9 |
| 3.4 Rôle éventuel des pouvoirs publics | 9 |
| 4. L'USINE | 10 |
| 4.1 Caractéristiques techniques de l'usine | 10 |
| 4.2 Consommations intermédiaires et services publics | 14 |
| 4.3 Besoins en personnel | 16 |
| 4.4 Contrôle de la qualité | 17 |
| 4.5 Immobilisations | 17 |
| 5. TRANSFERT DE TECHNIQUES ET DE COMPETENCES EN MATIERE DE GESTION | 18 |
| 5.1 Besoins d'assistance | 18 |
| 5.2 Echelonnement possible des travaux | 18 |
| 5.3 Accords de collaboration | 19 |
| 6. ANALYSE FINANCIERE PROVISOIRE | 20 |
| 7. MISE EN OEUVRE DU PROJET | 21 |
| 7.1 Etudes relatives au projet | 21 |
| 7.2 Coopération technique | 23 |
| 8. BIBLIOGRAPHIE | 24 |

Liste des figures et tableaux

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Schéma type d'un transformateur de distribution | 6 |
| Figure 2 : Plan général de l'usine de transformateurs de distribution (Puissance 250 MVA) | 11 |
| Tableau 1 : Consommation de matières premières | 15 |
| Tableau 2 : Besoins en distributions communes | 16 |
| Tableau 3 : Besoins en personnel | 16 |
| Tableau 4 : Investissements prévus | 18 |
| Tableau 5 : Bilan pro forma | 22 |

AVANT-PROPOS

Ce guide succinct a été établi à l'intention des pays en voie de développement désireux de créer des industries électromécaniques. S'il peut intéresser les décideurs, il s'adresse aussi aux personnes directement chargées de l'élaboration et de la mise en oeuvre des projets.

Les chiffres et les données techniques figurant dans le présent document ont été empruntés à diverses sources; on ne saurait en garantir l'exactitude et il ne faut pas non plus les utiliser tels quels pour contracter des engagements. On s'en sert principalement pour indiquer certains des paramètres dont il faut tenir compte dans la pratique, et donner une idée approximative des corrélations correspondant à une série d'hypothèses choisies arbitrairement. Le présent document constitue par conséquent, un guide provisoire à l'intention d'éventuels concepteurs ou directeurs de projets. Les sources susceptibles de fournir des renseignements plus précis ainsi qu'une collaboration sont indiquées à la section 7.

Les lecteurs sont invités à formuler des observations sur l'orientation générale et la teneur du présent document. Ils sont également invités à signaler des sujets précis qui devraient à leur avis faire l'objet de publications analogues. Prière de s'adresser à la :

Section de la création et de la gestion d'usines
Division des opérations industrielles
ONUUDI
Boite postale 707
Vienne - Autriche

1. INTRODUCTION ET RESUME

La production de transformateurs de distribution constitue un moyen commode d'assimiler progressivement la technologie électromécanique, en mettant à profit l'expérience acquise dans le secteur, fût-il peu développé, du travail des métaux. Il est donc vraisemblable que la construction de machines électriques commence par celle de transformateurs, dont la fabrication constitue de ce fait un grand pas en avant dans le développement du secteur industriel de l'économie nationale.

On trouvera dans le présent document des indications préliminaires en vue de la création d'une usine de transformateurs de distribution. Pour tenir compte des exigences de tous les marchés - petits, moyens et grands - on a choisi arbitrairement les puissances nominales de 100, 250 et 400 MVA. Le tableau ci-après résume les principaux paramètres retenus pour ces trois "projets modèles" dans le cadre des hypothèses adoptées pour l'établissement du guide^{1/}:

| | Puissance nominale (MVA/année) | | |
|--|--------------------------------|------------|------------|
| | <u>100</u> | <u>250</u> | <u>400</u> |
| Investissement total (en milliers de dollars E.U.) | 1 400 | 2 000 | 2 500 |
| Produit annuel des ventes (en milliers de dollars E.U.) | 900 | 2 400 | 3 600 |
| Rentabilité (rendement de l'investissement, en pourcentage) | (perte) | 13,9 % | 13,9 % |
| Nombre d'employés | 136 | 205 | 272 |

Bien entendu, toutes les données qui précèdent doivent être adaptées aux conditions locales; une étude spéciale est nécessaire pour déterminer avec réalisme les perspectives qu'offre à cet égard un marché donné. Les sections suivantes sont consacrées aux questions d'ordre commercial, technique, financier, etc., qu'il faudra prendre en considération.

^{1/} La plupart des données relatives à la conception et à la production utilisées pour l'établissement du présent rapport ont été obligeamment fournies par la NGEF Ltd., Bangalore (Inde).

2. LE PRODUIT

2.1 Gamme et caractéristiques des fabrications

Le présent rapport a trait à la création d'une unité pour la fabrication de transformateurs de distribution de 63 à 1 600 kVa, jusqu'à la catégorie 33 kV inclusivement. Les transformateurs de distribution standard sont généralement à bain d'huile. Il en existe différentes catégories, jusqu'à 1 600 kVa/33 kV inclusivement, et ils sont fabriqués conformément aux normes VDE 0532, IS:2026 ainsi qu'aux autres normes internationales pertinentes, notamment les DIN.

Les principales caractéristiques d'un transformateur standard sont les suivantes. La cuve du transformateur est en tôle d'acier avec des parois ondulées. La partie active comprend un noyau en tôles en acier au silicium laminées à froid, dites "à grains orientés", sur lequel sont montés les enroulements. Les enroulements sont constitués de conducteurs en aluminium ou en cuivre recouverts de papier et composés de barres rectangulaires ou de fils. Le noyau est assujéti à l'aide d'éléments en bois imprégné d'huile ou en acier. Les enroulements sont munis d'un commutateur de prises commandé généralement par un levier. La partie active est fixée au couvercle de la cuve sur laquelle est également monté un conservateur d'huile. Les autres accessoires nécessaires (indicateur de niveau d'huile, logement du thermomètre, soupape, bornes et dessécheur d'air, etc.) sont également prévus. Voir la figure 1. pour le schéma type d'un transformateur.

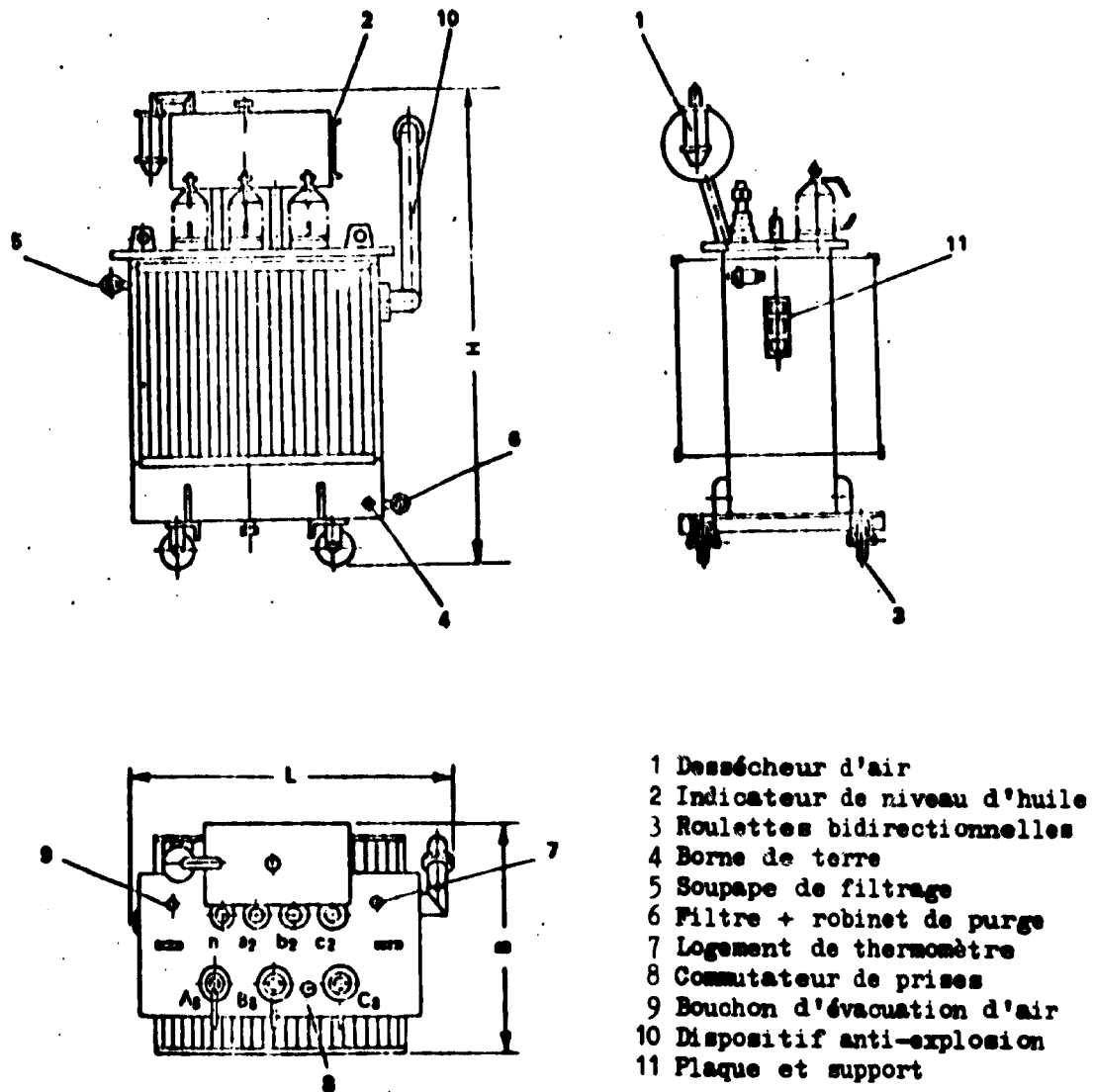
2.2 Importance pour le développement industriel

L'expansion du réseau électrique d'un pays^{2/} est une condition essentielle du développement industriel décentralisé. Par conséquent, si l'on parvient à définir un projet viable, la production locale des équipements nécessaires a de bonnes chances de bénéficier d'un rang de priorité élevé. Parmi les principales machines électriques - turbines, générateurs, transformateurs - ces derniers sont les plus simples et les plus intéressants du point de vue économique pour faire démarrer la production. Comme il a été mentionné

^{2/} C'est-à-dire à la fois de la production et de la distribution de l'énergie électrique.

Figure 1. Schéma type d'un transformateur de distribution

(50 kVA à 200 kVA, 11 kV à 22 kV, 100 kVA à 200 kVA, 33 kV)



Au-dessous de 100 kVA, seul le côté LV est ondulé.

à la section précédente, on peut organiser progressivement la production de transformateurs de distribution, en se fondant dans un premier temps sur l'expérience acquise en matière de transformation des métaux. La technologie électromécanique nécessaire peut être limitée au début aux techniques de montage et d'essai, complétée par des compétences en matière de réparation et d'entretien.

Malgré son caractère graduel, l'assimilation de techniques de construction de machines électriques revêt une importance essentielle. Elle permet en effet d'élargir peu à peu la gamme des fabrications locales. Les produits fabriqués peuvent comprendre les interrupteurs et les commutateurs électriques ainsi que les moteurs et les générateurs et, peut-être, plus tard, les turbines et autres équipements^{3/}. Comme le nombre d'unités de matériel lourd qu'il est possible de produire pour le marché local est limité, on a tout intérêt à envisager de mettre en oeuvre ultérieurement les procédés technologiques généraux appliqués dans ce secteur en créant un complexe à gestion intégrée pour la fabrication de matériel électrique.

3. PROBLEMES RELATIFS AU MARKETING, AU COMMERCE ET A LA REGLEMENTATION

3.1 Détermination de la taille du marché et de la gamme des productions

A long terme, la demande intérieure de transformateurs de distribution représentera en gros le double de l'accroissement annuel moyen de la capacité de production d'électricité^{4/}. Cependant, comme la puissance unitaire des installations de production d'énergie dépasse fréquemment, et de beaucoup, celle des transformateurs de distribution, il est indispensable d'étudier plus en détail l'évolution future de la demande. Il faudra par conséquent examiner les plans de la ou des compagnies d'électricité pour l'expansion future des lignes de distribution ou l'accroissement de la capacité du réseau existant. Il se peut également qu'il faille effectuer une étude distincte du programme d'électrification rurale du gouvernement.

^{3/} Par exemple, les fils et les câbles ainsi que les isolateurs de pylônes et parafoudres.

^{4/} L'hypothèse adoptée est que le système national de production d'énergie est autosuffisant. S'il y a des sorties ou des entrées nettes d'énergie dues à des échanges avec d'autres pays, cette hypothèse devra être modifiée en conséquence.

La réalisation des objectifs énumérés ci-dessus suppose que les responsables du projet pourront prendre connaissance des plans pertinents des institutions intéressées. Lorsque cela n'est pas possible d'emblée, ils pourront peut-être obtenir l'assistance du gouvernement. (Voir Section 3.4.)

En tout état de cause, il devrait être possible, s'il n'existe pas encore de capacité de production nationale, de déterminer à partir des statistiques d'importation la consommation passée des transformateurs de distribution. Au cas où les projections futures sembleraient être radicalement différentes, cela permettrait d'opérer une première vérification et encouragerait la recherche. Il va s'en dire qu'il importe aussi de déterminer les niveaux de prix pratiqués pour les différentes catégories de transformateurs. Aux fins de planification, il faudra aussi définir une gamme approximative des fabrications, c'est-à-dire les prévisions de vente des différentes catégories de transformateurs. Les proportions retenues pour chacune des trois puissances nominales à l'étude sont, par hypothèse, les suivantes :

| Puissance en kVa | 100 MVA | | 250 MVA | | 400 MVA | |
|------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
| | Nombre | MVA | Nombre | MVA | Nombre | MVA |
| 63 | 365 | 23 | 890 | 56 | 1 460 | 92 |
| 100 | 370 | 37 | 930 | 93 | 1 480 | 148 |
| 200 | 60 | 12 | 150 | 30 | 240 | 48 |
| 500 | 16 | 8 | 40 | 20 | 64 | 32 |
| 1 000 | 12 | 12 | 30 | 30 | 48 | 48 |
| 1 600 | 5 | 8 | 13 | 21 | 20 | 32 |
| TOTAL : | 828 | 100 | 053 | 250 | 3 312 | 400 |

3.2 Marketing et distribution

Dans la plupart des pays, les transformateurs de distribution sont achetés pour l'essentiel par la ou les compagnies d'électricité. Suivant la pratique locale, les propriétaires de bâtiments à usage industriel et commercial peuvent être autorisés à installer leurs propres unités ou requis de le faire. Le marché est donc plus ou moins concentré et le promoteur du projet devra arrêter en conséquence la stratégie commerciale à suivre.

3.3 Dispositions relatives à l'approvisionnement

Si les acheteurs de transformateurs se sont auparavant approvisionnés exclusivement à l'étranger, le succès du projet dépendra selon toute vraisemblance de l'efficacité avec laquelle on parviendra à substituer des productions locales aux importations. Etant donné l'importance des économies d'échelle en jeu, il est souhaitable de s'emparer de tous les débouchés dont les moyens techniques et économiques existants permettent la conquête. Aussi convient-il d'entreprendre de bonne heure des consultations intensives avec les principaux clients et avec les représentants des pouvoirs publics. Il serait très risqué du point de vue financier d'engager des capitaux sans s'être assuré des débouchés, éventuellement à l'aide d'un accord d'approvisionnement à long terme. Il serait certainement souhaitable d'envisager la possibilité d'offrir au directeur de la compagnie d'électricité un siège au conseil d'administration, pour bien montrer que l'on entend collaborer étroitement avec celle-ci.

S'il existe déjà dans le pays une industrie des transformateurs, la question de la part éventuelle du marché devient plus complexe. Il faudra en ce cas rassembler et évaluer des renseignements de différentes sources afin de déterminer si une unité nouvelle peut obtenir le soutien dont elle aurait besoin pour être viable.

La question de savoir si les transformateurs seront produits surtout pour être mis en stock ou, principalement, en exécution de commandes à long terme, le client prenant en fait à sa charge les frais de stockage des produits finis, revêt une importance financière considérable. Elle doit donc être réglée dans les accords de vente correspondants et mérite d'être traitée judicieusement. Si les produits sont commercialisés pour l'essentiel dans le cadre d'accords de ce genre, on peut certainement renoncer à employer un responsable à la distribution.

3.4 Rôle éventuel des pouvoirs publics

Le promoteur du projet souhaitera probablement tirer parti de toutes les mesures d'encouragement applicables prévues par les pouvoirs publics. En dehors des avantages fiscaux dont il pourrait bénéficier initialement, il

s'intéressera certainement aux dispositions susceptibles d'assurer dans une certaine mesure la protection de l'industrie qu'il se propose de créer. Ces dispositions peuvent comporter la protection contre les importations ainsi que contre la création éventuelle d'entreprises nationales concurrentes.

La protection contre les importations prend le plus souvent la forme de droits d'entrée et de formalités de licence, de systèmes de contingentement, ou de prohibition pure et simple. Les avantages et les inconvénients de ces différentes mesures du point de vue national sont bien connus. Si le principal client doit être une compagnie d'électricité et une seule, le gouvernement peut en fait souhaiter participer en qualité d'observateur à la "danse nuptiale". Son intervention aura pour objet de protéger les intérêts nationaux, car il n'existe aucune garantie qu'il en sera tenu dûment compte lors de négociations de caractère purement commercial.

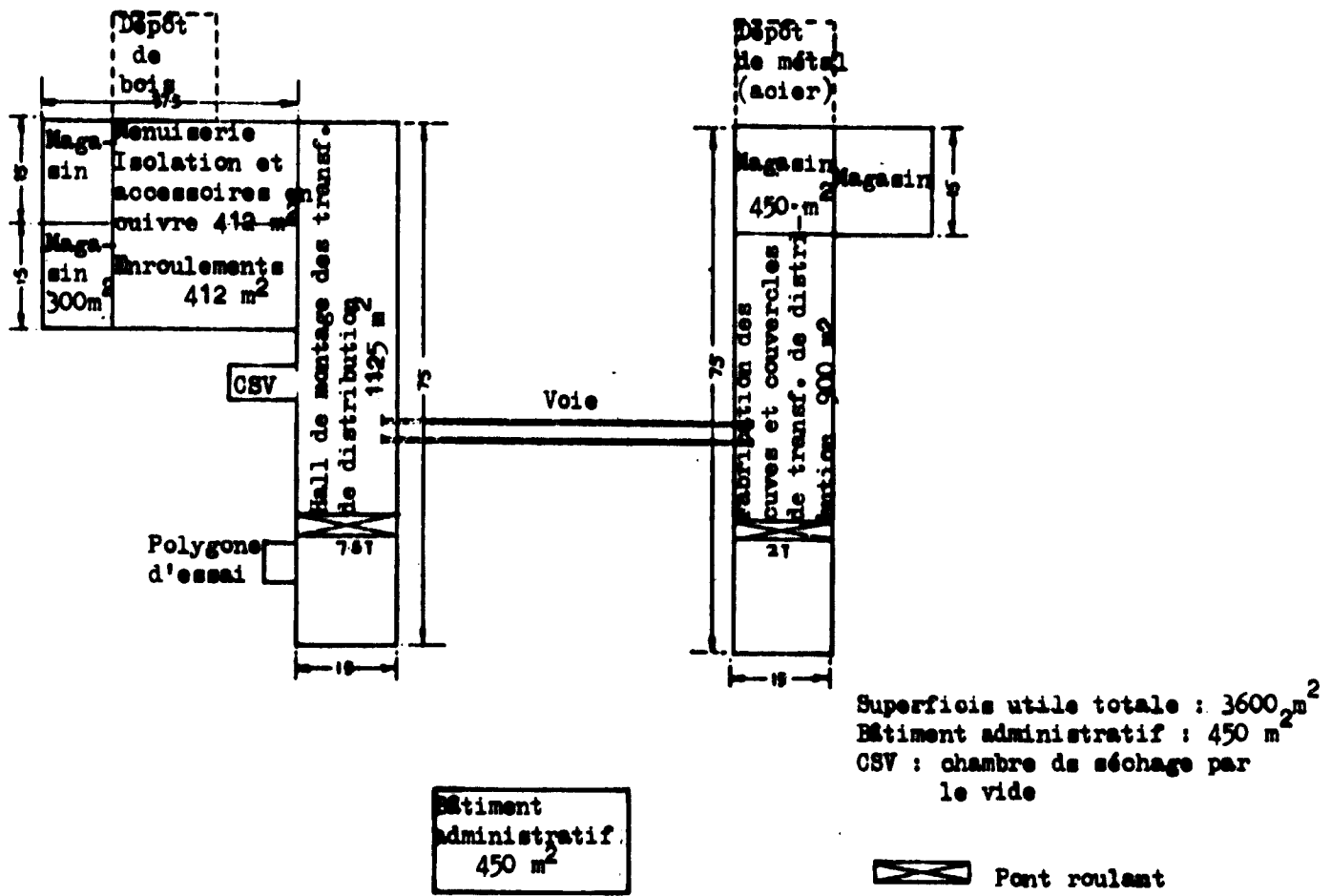
Du point de vue national, les avantages éventuels comporteront vraisemblablement la création d'un certain nombre d'emplois et des économies substantielles de devises. Il serait fâcheux que la compagnie d'électricité refuse de participer aux efforts visant à tirer le meilleur parti possible d'une nouvelle installation nationale de production. Une coopération authentique consisterait, par exemple, à faire connaître aussi longtemps que possible à l'avance les spécifications auxquelles devra se conformer le fabricant de transformateurs, et à tout faire pour se satisfaire de transformateurs de puissance standard sans exiger qu'ils soient munis de caractéristiques spéciales qui créent des problèmes pour le producteur. Il se pourrait en outre que le personnel technique de la compagnie d'électricité soit à même d'aider directement le nouveau fabricant à implanter son installation.

4. L'USINE

4.1 Caractéristiques techniques de l'usine

Les installations ont été conçues de manière que l'unité soit aussi autonome que possible. L'implantation générale des différents ateliers est indiquée dans le schéma qui fait l'objet de la figure 2.

Figure 2. Plan général de l'usine de transformateurs de distribution
(Puissance 250 MVA)



Le plan prévoit aussi l'aménagement d'un bâtiment administratif, de locaux à usage collectif, d'une cantine, etc.

Aux fins d'évaluation des besoins en machines et matériel, on a distingué deux catégories distinctes d'activités manufacturières, à savoir d'une part la fabrication des tôles et l'atelier de mécanique et, d'autre part, la menuiserie, l'isolation, la fabrication des accessoires en cuivre et des enroulements et le montage du produit final. A quelques exceptions près, visant à réduire le coût des immobilisations, le matériel a été sélectionné pour un travail à un poste.

On trouvera dans les paragraphes qui suivent la description de l'activité des principaux ateliers :

Atelier de tôlerie

La plupart des travaux effectués dans cet atelier comportent les opérations suivantes : découpage au chalumeau, cisaillement, poinçonnage, soudage au chalumeau ou à l'arc, laminage, perçage, grenailage et peinture. Les principaux éléments à fabriquer sont les cuves, les couvercles, les conservateurs d'huile, les tôles ondulées, etc. Un pont roulant d'une capacité suffisante est également prévu pour la manutention des pièces lourdes.

Atelier de mécanique

L'atelier de mécanique est équipé pour le tournage, le fraisage, le perçage et le taraudage. Il a en outre été prévu d'effectuer les principales opérations d'affûtage d'outils. On y fabriquera des éléments des bornes de transformateur telles que cosses et autres pièces en cuivre ou en laiton. L'atelier de mécanique peut également être utilisé occasionnellement pour les travaux d'entretien.

Menuiserie

On a prévu des installations pour la fabrication des éléments en bois, papier fort et presspahn (garnitures et semelles de noyau, taquets de serrages tigés, etc.); on a également prévu une installation pour le séchage et l'imprégnation du bois.

Atelier d'isolation

Il est prévu que l'atelier disposera des installations nécessaires pour les opérations de poinçonnage, de cisaillement et d'isolation. On y fabriquera notamment les éléments suivants en presspahn : isolants de culasse, queues-d'aronde, tuyaux, etc.

Accessoires en cuivre

On a prévu d'installer le matériel nécessaire pour les opérations de cisaillement, de poinçonnage, de cintrage et de brasage de pièces en cuivre, laiton et aluminium (connexions extérieures, raccords, etc.).

Atelier de bobinage

Les machines à bobiner ont été sélectionnées en vue d'un travail à deux postes. Elles peuvent façonner différents types d'enroulements : enroulements en fil rond ou en fil plat, en spirale, enroulements continus à prises multiples, etc. Il est également prévu d'installer une presse hydraulique à double montant pour le façonnage des enroulements, ainsi qu'une grue à potence pour la manutention des enroulements pondéreux.

Hall de montage

Le hall de montage est doté d'installations pour le séchage par le vide et le pompage d'huile pour transformateurs dont la puissance peut atteindre 1 600 kVa/33 kV. Des installations pour le filtrage d'huile sont également prévues, ainsi qu'une grue à pont roulant d'une puissance suffisante pour les opérations de montage et d'expédition.

Polygone d'essai

Le matériel d'essai prévu permettra de tester les appareils d'une puissance pouvant aller jusqu'à 1 600 kVa/33 kV et d'effectuer tous les essais auxquels sont soumis les différents types de transformateurs.

Laboratoire pour les essais de matériaux

Il est prévu de doter le laboratoire d'appareils pour les essais mécaniques, électriques et chimiques de matériaux. Afin d'éviter les doubles emplois, le laboratoire ne disposera pas de certains des appareils dont il est prévu d'équiper le polygone d'essai des transformateurs.

Approvisionnement en énergie, eau, gaz et air comprimé

Il a été prévu d'implanter à l'extérieur de l'usine une installation de 11 kV. Cette installation est reliée à la sous-station par des câbles souterrains. La sous-station, qui sera équipée des transformateurs et des commutateurs nécessaires, doit être située près du bâtiment de l'usine. La puissance du matériel de distribution prévu est suffisante pour permettre à l'usine de mener à bien ses différentes activités.

L'usine sera approvisionnée en eau et dotée des installations sanitaires nécessaires. On compte aménager a) un puits artésien; b) une citerne et c) un système de distribution, etc.

Il a également été prévu d'approvisionner l'usine en air comprimé et en gaz, pour autant que de besoin.

4.2 Consommations intermédiaires et services publics

Les principales consommations intermédiaires nécessaires pour la production de transformateurs de distribution sont les suivantes :

- Tôles de noyaux
- Fils en cuivre/aluminium enrobés de papier
- Isolateurs
- Commutateurs de prises
- Dessécheurs d'air
- Pièces coulées en aluminium et laiton
- Acier en feuilles
- Huile de transformateur

On trouvera ci-après (tableau 1) une estimation des quantités et du coût des principales matières premières pour chacune des trois tailles théoriques des installations. Il ressort des chiffres cités que les consommations les plus coûteuses sont les matériaux d'enroulement, les tôles de noyaux et l'huile d'isolement. Des variations sont possibles suivant que l'on utilise des conducteurs en cuivre ou en aluminium, mais elles ne dépassent pas quelques points de pourcentage^{5/}.

^{5/} Pour réduire le coût élevé des matériaux il faudrait dans un premier temps assurer une intégration verticale plus poussée de la fabrication des conducteurs utilisés pour les enroulements. Cela exigerait à tout le moins l'intégration des opérations d'isolement au papier et, ensuite, des opérations de tréfilage.

De même, on trouvera au tableau 2 une estimation des besoins en principales distributions communes.

Tableau 1. Consommation de matières premières^{1/}

| Matières premières | 100 MVA | | 250 MVA | | 400 MVA | | Coût unitaire (dollars EU par kg) |
|---|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------------|
| | Tonnes | En milliers de dollars EU | Tonnes | En milliers de dollars EU | Tonnes | En milliers de dollars EU | |
| Cuivre ^{2/} | 14,7 | 64 | 37,3 | 163 | 58,9 | 258 | 4,38 |
| Aluminium ^{2/} | 47,0 | 182 | 117 | 454 | 188 | 729 | 3,88 |
| Tôles | 159 | 318 | 397 | 794 | 636 | 1 272 | 2,0 |
| Huile de transformateur | 119 | 134 | 297 | 336 | 477 | 539 | 1,13 |
| Profilés | 120 | 49 | 299 | 122 | 479 | 196 | 0,41 |
| Papier d'isolation | 1,5 | 5 | 3,8 | 12 | 6,1 | 19 | 3,13 |
| Presspahn | 4,4 | 7 | 10,9 | 18 | 17,5 | 29 | 1,63 |
| Bois | <u>19,5</u> | <u>5</u> | <u>49,7</u> | <u>12</u> | <u>78,5</u> | <u>20</u> | <u>0,25</u> |
| | 485 | 764 | 1 212 | 1 911 | 1 941 | 3 062 | |
| Ajustement pour exploitation à 80 % de la capacité | | 611 | | 1 529 | | 2 450 | |
| Majoration de 5 % pour d'autres équipements tels que commutateurs, bornes, etc. | | <u>31</u> | | <u>76</u> | | <u>122</u> | |
| Matériel total à 80 % de la capacité | | 642 | | 1 605 | | 2 572 | |

1/ Toutes les quantités sont des moyennes approximatives basées sur les puissances standard correspondant à la gamme des fabrications indiquée à la section 3.1, et sur l'hypothèse d'une exploitation à 100 % de la capacité nominale.

2/ En supposant l'emploi d'enroulements en aluminium jusqu'à 200 kVA et de cuivre pour les puissances plus élevées. Le cuivre peut être employé pour toutes les puissances prévues mais le poids total doit alors être majoré de un tiers environ. Le coût unitaire élevé résulte d'un droit d'entrée de 60 % imposé en Inde et du fait que les conducteurs sont achetés déjà munis de leur isolement en papier.

Tableau 2. Besoins en distributions communes

| <u>Distributions communes</u> | <u>Capacité en MVA par an</u> | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------|------------|
| | <u>100</u> | <u>250</u> | <u>400</u> |
| Energie électrique (x 1 000/kWh/mois) | 50 | 101 | 148 |
| Demande maximum (kW) | 179 | 311 | 390 |
| Air comprimé (m ³ /hr) | 280 | 400 | 418 |
| Eau (x 1 000 litres/jour) | 14 | 23 | 30 |

4.3 Besoins en personnel

On a établi des estimations des besoins en personnel tant en ce qui concerne le personnel employé à la production que le personnel de bureau. Ces estimations sont résumées au tableau 3., qui comporte également des projections de coûts (qui sont basées sur les niveaux de salaire en Inde). A quelques exceptions près, les calculs sont fondés sur le travail à un poste.

Tableau 3. Besoins en personnel

| Catégorie d'employés | 100 MVA | | 250 MVA | | 400 MVA | | Rémunération totale moyenne dollars EU/année 1/ |
|-------------------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|---|
| | Nombre | En milliers de dollars EU | Nombre | En milliers de dollars EU | Nombre | En milliers de dollars EU | |
| Ouvriers qualifiés | 21 | 32 | 35 | 53 | 51 | 77 | 1 500 |
| Ouvriers semi-qualifiés | 59 | 71 | 96 | 115 | 121 | 145 | 1 200 |
| Manoeuvres | 16 | 16 | 24 | 24 | 40 | 40 | 1 000 |
| Personnel de bureau et spécialistes | 36 | 61 | 46 | 78 | 56 | 95 | 1 700 |
| Cadres | 4 | 22 | 4 | 22 | 4 | 22 | 5 500 |
| Total : | 136 | 201 | 205 | 292 | 272 | 379 | |

1/ Y compris, suivant les cas, primes, indemnités de logement, et prestations sociales.

Les effectifs des différentes catégories ont été déterminés dans l'hypothèse d'une exploitation à 100 % de la capacité nominale; par souci de prudence, les mêmes chiffres sont utilisés dans l'analyse financière pour un niveau d'exploitation de la capacité égal à 80 %.

4.4 Contrôle de la qualité

Les transformateurs de distribution sont généralement fabriqués conformément aux normes VDE 0532 et IS: 2026 ainsi qu'aux autres normes internationales pertinentes, notamment les DIN. Le contrôle et la garantie de la qualité sont assurés par différents moyens : essais soigneux de matières premières, inspection de machines, et essais mécaniques et électriques aux différents stades de la fabrication. A cet effet, on a notamment prévu un laboratoire pour les essais (physiques et chimiques) de matières premières et un polygone d'essais. Ce dernier est équipé pour les essais suivants : court-circuit, circuit ouvert, impédance, haute tension, tension induite et augmentation de la température.

4.5 Immobilisations

Pour chacune des trois capacités nominales, on a établi des devis détaillés des équipements. On trouvera au tableau 4. une récapitulation des principales catégories d'immobilisations, fondée sur ces estimations. On a également prévu un fonds de réserve de 10 %.

A titre indicatif, on a supposé que le fonds de roulement nécessaire équivaldra à deux mois d'exploitation. Bien entendu, ce chiffre dépend dans une grande mesure des accords commerciaux conclus avec les clients et les fournisseurs.

Tableau 4. Investissements prévus (en milliers de dollars E.U.)

| | <u>100 MVA</u> | <u>250 MVA</u> | <u>400 MVA</u> |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Installations et équipement de base | 627 | 717 | 924 |
| Essais, transport et distributions communes | 175 | 237 | 287 |
| Outillage, gabarits et montages | 44 | 54 | 65 |
| Matériel de bureau | 18 | 29 | 35 |
| Terrain et bâtiments | 279 | 404 | 475 |
| Réserve 10 % | <u>80</u> | <u>96</u> | <u>130</u> |
| TOTAL INVESTISSEMENT FIXE | 1 223 | 1 537 | 1 916 |
| FONDS DE ROULEMENT ^{1/} | <u>150</u> | <u>400</u> | <u>600</u> |
| TOTAL INVESTISSEMENTS | <u>1 373</u> | <u>1 937</u> | <u>2 516</u> |

^{1/} Correspondant par hypothèse à deux mois d'exploitation.

5. TRANSFERT DE TECHNIQUES ET DE COMPETENCES EN MATIERE DE GESTION

5.1 Besoins d'assistance

Le projet a trait à la fabrication de produits relativement complexes et élaborés. Il serait donc extrêmement difficile à d'autres que des gestionnaires très expérimentés de s'y attaquer sans assistance extérieure. Il semble bien que rien ne saurait remplacer l'expérience nécessaire en matière de transactions commerciales, de fabrication et d'essais, et le fait de pouvoir obtenir sans difficulté des données techniques détaillées n'y change rien. Si on accepte ce principe, il convient de se demander 1) de quel genre de collaboration on a besoin, et 2) comment celle-ci peut être obtenue de manière économique.

5.2 Echelonnement possible des travaux

Les figures et tableaux du présent rapport ont été établis dans l'hypothèse suivant laquelle la nouvelle usine serait complète dès le départ. Dans la pratique, il serait semble-t-il plus prudent de choisir un des plusieurs

calendriers possibles. La réalisation par étapes offre des avantages tels que la possibilité de réduire les frais d'établissement et de mettre en oeuvre au début des procédés relativement simples tout en assurant la formation de la main-d'oeuvre. Les principales solutions qui s'offrent à cet égard sont les suivantes :

- 1) Commencer avec la gamme complète des procédés mais une capacité de production réduite, et augmenter graduellement le volume de la production;
- 2) S'en tenir au début à l'assemblage d'éléments complètement démontés achetés à l'étranger, et mettre progressivement en oeuvre de nouveaux procédés de production en vue d'augmenter la valeur ajoutée;
- 3) Une version modifiée de 1) ou 2) ou une combinaison de ces deux solutions.

La décision à cet égard dépendra probablement des qualifications de la main-d'oeuvre disponible. Par exemple, si l'on dispose de compétences suffisantes en matière de constructions mécaniques, on aura intérêt à examiner la possibilité d'importer des noyaux et des enroulements complets et à les monter dans des cuves de transformateur fabriquées sur place.

5.3 Accords de collaboration

Bien qu'il soit en principe possible de faire cavalier seul, il y a lieu de penser que les chances de succès sur le plan technique seraient meilleures si l'on concluait des accords de licence ou de coentreprise d'un type ou d'un autre, en particulier si l'on décide d'échelonner les opérations de montage et de fabrication. Bien entendu, le choix d'un collaborateur est essentiel à la réussite du projet. Ce choix doit intervenir relativement tôt, car l'identité du collaborateur jouera un rôle déterminant dans la sélection de nombreuses caractéristiques des installations et du procédé, ainsi que dans l'économie du projet. Outre les arrangements financiers, il convient de tenir compte dans ce choix de l'efficacité des mesures proposées en matière d'assistance opérationnelle et de formation du personnel local à tous les niveaux; le degré de responsabilité que le collaborateur assumera pour la qualité du produit, et les restrictions qu'il cherchera à imposer, par exemple en ce qui concerne la modification des caractéristiques des produits, l'emploi de biens et de services achetés sur place, les ventes à

l'exportation, etc. Bien évidemment, une entente sincère et une acceptation par chaque partie des objectifs de l'autre (et sans doute aussi des objectifs du gouvernement du pays d'accueil) facilitera grandement le succès du projet à long terme^{6/}.

Un ensemble type de services que pourrait offrir un collaborateur éventuel serait le suivant :

- Assistance pour la planification du projet
- Fourniture de toutes les données techniques nécessaires : construction, essais, procédé de fabrication
- Fourniture d'outils, de gabarits et de montages, ou bien de dessins (pour pouvoir s'approvisionner, le cas échéant, chez d'autres fournisseurs)
- Assistance pour la sélection et la formation du personnel
- Assistance pour l'exploitation de l'usine et la promotion des ventes
- Assistance en matière de services après-vente.

En échange de ces services, le collaborateur recevrait une somme forfaitaire et des honoraires qui seraient fonction du volume de la production ou des ventes et dont le montant serait fixé par voie de négociation. Un accord valable pourrait définir plus en détail les services et les coûts correspondants, et préciser les mesures à prendre pour préparer le personnel local à s'acquitter lui-même de ces différentes tâches.

6. ANALYSE FINANCIERE PROVISOIRE

Etant donné les multiples incertitudes qui subsistent et, notamment, les différentes formules applicables en ce qui concerne l'échelonnement des projets, il est impossible de faire une estimation complète des résultats financiers sans analyser au préalable les conditions locales. Cependant, à titre d'exemple et aux fins de comparaison, on a rassemblé les données présentées dans les tableaux précédents dans un bilan pro forma (voir tableau 5).

^{6/} Voir "Transferts internationaux de compétences en matière de gestion", UNIDO/IOD.106.

Cette première analyse - fondée sur des hypothèses qui demeurent dans une large mesure arbitraires - indique que des mesures spéciales seraient nécessaires pour assurer la rentabilité de la plus petite des unités de production. Il convient de noter qu'aucun effort n'a été fait pour évaluer les économies éventuelles de devises, la création d'emploi, et la contribution qu'un tel projet ne manquerait pas d'apporter à l'accroissement de l'autosuffisance nationale en matière de technologie et de gestion. Ainsi, même le plus petit des projets pourrait bien, moyennant, le cas échéant, certains ajustements, être souhaitable du point de vue de l'économie nationale.

Dans le cadre des hypothèses retenues, les deux unités plus importantes offrent un profit raisonnable à 80 % de la capacité. Leur seuil de rentabilité se situe apparemment entre 50 et 60 % de la capacité nominale, en raison du coût élevé et variable des matières premières. Moyennant des concessions et un taux élevé d'utilisation de la capacité, les résultats pourraient être encore plus intéressants.

7. MISE EN OEUVRE DU PROJET

7.1 Etudes relatives au projet

Il est vivement recommandé de réaliser une étude de marché très précise avant d'entreprendre l'élaboration du projet. On peut s'inspirer à cet égard des brèves observations formulées à la section 3. De plus, il convient de veiller tout particulièrement à déterminer les prix unitaires pratiqués pour les transformateurs de telle ou telle puissance. Un indice "dollars par kilogramme" peut, s'il est utilisé à bon escient, rendre des services lors de l'établissement de l'étude de marché.

Les étapes suivantes de l'élaboration du projet peuvent être déterminées à la suite d'un examen des résultats de l'étude de marché. Si les débouchés locaux sont très limités, on peut envisager la possibilité d'entreprendre un projet en collaboration avec un ou plusieurs pays voisins.

Tableau 5. Bilan pro forma
(En milliers de dollars E.U.)

| | <u>100 MVA</u> | <u>250 MVA</u> | <u>400 MVA</u> |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Produit des ventes ^{1/} | 900 | 2 400 | 3 600 |
| Matières premières et fournitures ^{2/} | 642 | 1 605 | 2 572 |
| Main-d'oeuvre | 201 | 292 | 379 |
| Dépréciation ^{3/} | 100 | 123 | 153 |
| Distributions communes et divers | <u>40</u> | <u>60</u> | <u>80</u> |
| Total partiel ^{4/} | 983 | 2 080 | 3 184 |
| Bénéfices avant déduction des charges financières et de l'impôt sur le revenu | (83) | 320 | 416 |
| Moins les charges financières ^{5/} | <u>69</u> | <u>97</u> | <u>126</u> |
| Bénéfice avant déduction de l'impôt sur le revenu | (152) | 223 | 290 |
| Moins l'impôt sur le revenu ^{6/} | <u>-</u> | <u>89</u> | <u>116</u> |
| Bénéfice net : | <u>(152)</u> | <u>134</u> | <u>174</u> |
| Bénéfice net (rémunération du capital) | - | 13,8 % | 13,8 % |
| Bénéfice net (recettes provenant des ventes) | - | 5,6 % | 5,5 % |

1/ Dans l'hypothèse d'une exploitation à 80 % de la capacité.

2/ Y compris les droits d'entrées; par exemple, 60 % sur le cuivre et l'aluminium destinés à la fabrication des enroulements.

3/ Dans l'hypothèse d'une dépréciation de 8 % pour le matériel, et de 5 % pour le bâtiment.

4/ Abstraction faite de provisions pour technologie et d'autres formes possibles de rémunération de collaborateurs étrangers.

5/ En partant de l'hypothèse que 50 % de l'investissement ont été empruntés à 10 % par an.

6/ Dans l'hypothèse d'un taux de l'impôt sur le revenu de 40 %.

Il existe plusieurs firmes et organisations solides en mesure de fournir les conseils et l'assistance décrits à la section 5.3. Comme il a été mentionné, la société indienne NGEF Ltd. a fourni la plupart des données techniques et économiques utilisées dans la présente publication. La société autrichienne Elin-Union a participé pour sa part à la préparation d'une publication antérieure. Les adresses de ces deux firmes sont données ci-dessous (à titre indicatif) :

NGEF Ltd.
Byappanahalli
Post Bag 384
Bangalore 1
Mysore - Inde

ELIN-UNION
Aktiengesellschaft für
Elektrische Industrie
Penzinger Str. 76
1141 Vienne - Autriche

7.2 Coopération technique

En plus de la collaboration (de caractère commercial) examinée à la Section 5, les promoteurs voudront peut-être obtenir les avis indépendants aux différents stades du projet. L'ONUDI fournit des conseils et une assistance de ce type à la demande des gouvernements, sous réserve des considérations pertinentes touchant le financement et la programmation.

Par exemple, l'ONUDI pourrait, suivant les besoins, participer à l'exécution des études de marché; fournir des conseils pour la négociation des accords de collaboration, la mise en place des systèmes de gestion, etc. Pour tous renseignements prière de s'adresser à ses représentants locaux ou bien, directement, à la Section de la création et de la gestion d'usines.

8. BIBLIOGRAPHIE

a) Les transformateurs électriques de distribution

- Production of Distribution Transformers in Developing Countries, United Nations Sales No. E.70.II.B.11
- Des renseignements sur les normes internationales concernant la production de transformateurs de distribution peuvent être obtenus à l'Organisation internationale de la normalisation, 1, rue de Varembé, Boîte postale 56, 1211 Genève 20
- Project Reports for Establishing Distribution Transformer Unit in Developing Countries, Août 1977, NGEF Ltd. (non publié)

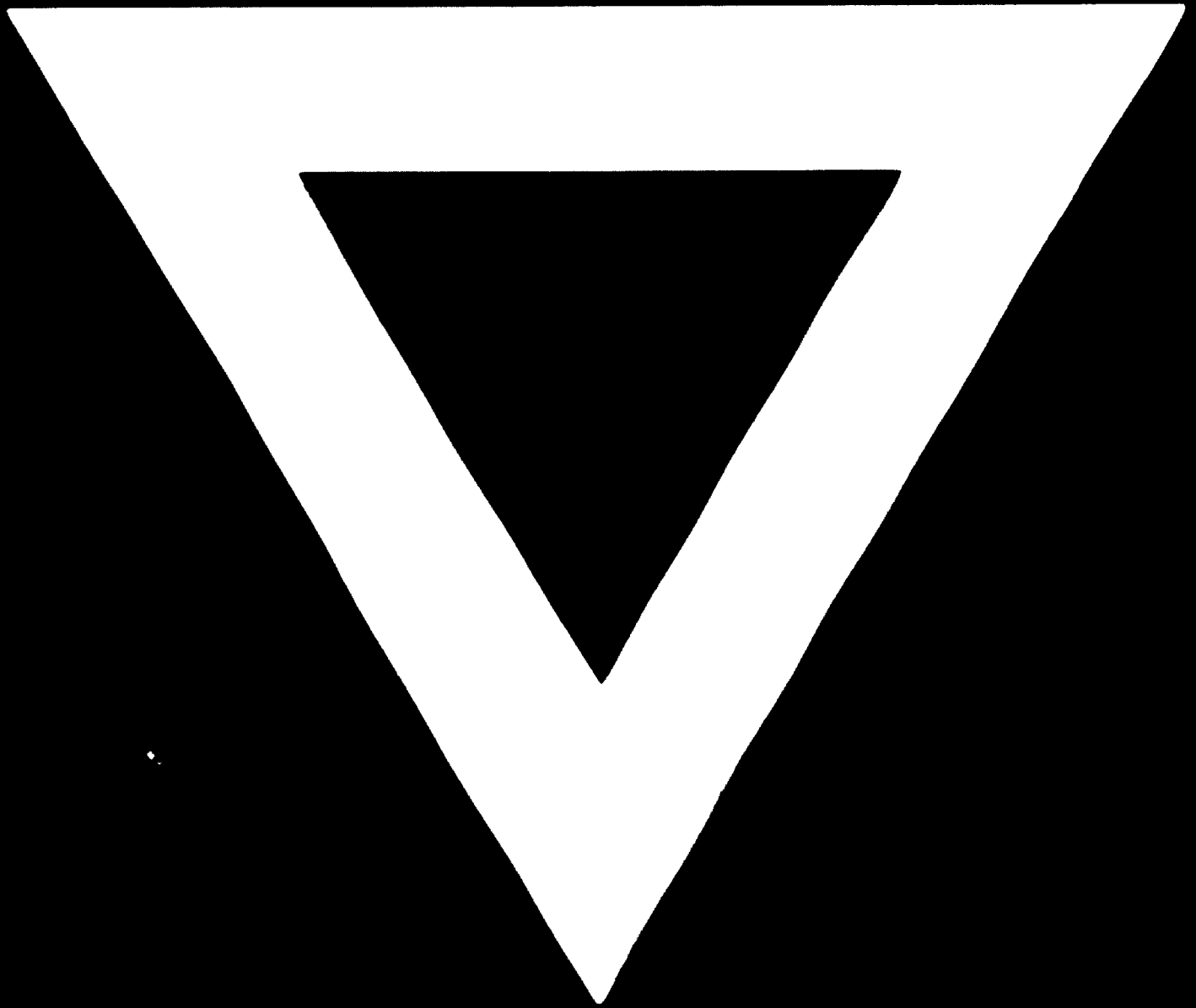
b) Publications analogues de l'ONUUDI destinées aux promoteurs éventuels de projets industriels (une sélection)

- Création d'usines de régénération d'huiles moteurs dans les pays en développement, UNIDO/IOD/III
- Etude relative à la production et à la commercialisation des feuilles d'acrylique dans les pays en voie de développement, publication des Nations Unies, numéro de vente E.71.II.B.21
- Aspects techniques et économiques de la production de l'huile de palme, publication des Nations Unies, numéro de vente E.74.II.B.10
- Installations de mélange et d'ensachage d'engrais, publication des Nations Unies, numéro de vente E.76.II.B.2
- Guidelines for the Establishment and Operation of Vegetable Oil Factories, UNIDO/ID/196.

c) Publications de l'ONUUDI contenant des conseils techniques spécialisés pour la création de nouvelles usines

- Directives pour l'acquisition de technologies étrangères par les pays en voie de développement (concernant en particulier les accords de licence), publication des Nations Unies, numéro de vente E.73.II.B.1
- Le contrat d'entreprise : problèmes d'organisation, publication des Nations Unies, numéro de vente E.74.II.B.4
- Closing the Factory Establishment Gap, UNIDO/IOD.105, 10 août 1977
- Systèmes nationaux d'acquisition des techniques, UNIDO/DTT.2
- L'utilité des services nationaux de consultation industrielle, UNIDO/IOD.125
- Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies, UNIDO/ICIS.33.

C-107



80.02.22