



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

09181-F

Distr. LIMITEE

UNIDO/EX.56
23 octobre 1978

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

SYSTEME DE CONSTRUCTION A BON MARCHÉ^{2/}

POLSERVICE
Varsovie (Pologne)

00137

^{2/} Le présent document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du secrétariat de l'ONUDI.

Notre système de construction à bon marché se prête particulièrement bien à l'emploi dans les régions où les grandes distances, les insuffisances de l'infrastructure et le manque de matériel de construction empêchent l'adoption des méthodes industrielles de construction à grande échelle.

Notre système qui n'exige pas de matériel lourd, et que permet également d'utiliser des matériaux de construction localement disponibles, voire des déchets industriels, convient parfaitement à ces conditions. Tout ce qu'il faut comme matériel, c'est une machine à produire des blocs creux fournissant une gamme d'éléments qui peuvent être agencés de diverses façons suivant les besoins, la partie creuse étant ensuite remplie d'un matériau servant à l'isolation thermique et à la stabilisation des ouvrages.

Ce système a les caractéristiques suivantes :

- Possibilité d'employer des matériaux locaux bon marché et des déchets industriels;
- Utilisation limitée de matériaux coûteux et parfois difficiles à obtenir, comme l'acier et le ciment;
- Construction simplifiée de bâtiments avec une gamme restreinte d'éléments de construction et sans utiliser de matériel;
- Le montage des bâtiments peut être fait par leurs futurs occupants, puisqu'il n'exige aucune qualification particulière;
- Montage rapide et très peu coûteux.

Notre système comprend deux grandes catégories d'éléments, éléments de mur et éléments de plafond (toiture). Par ailleurs, il existe quatre sortes d'éléments de mur et deux types d'éléments de plafond (toiture). Ces éléments permettent la construction de maisons répondant à quasiment tous les plans et à toutes les dimensions, avec des pièces d'une longueur allant jusqu'à 5,40 mètres. (La longueur des éléments de plafond est le seul facteur limitatif. La manutention d'éléments plus longs exigerait du matériel de levage supplémentaire.)

Les éléments sont produits dans une installation simple équipée comme suit :

- Aire à revêtement en dur pour la production et l'entreposage des éléments finis;
- Espace pour le stockage de gravier, de sable, de ciment, de chaux, etc.;
- Matériel de mise en forme (machines à fabriquer les blocs creux et moules);
- Atelier, magasins et bureaux;
- Protection contre les intempéries;
- Section des armatures;
- Approvisionnement en eau et en énergie; routes d'accès.

Le procédé technologique est présenté sur un diagramme ci-joint. Il est effectivement utilisé dans une fabrique produisant près de 200 maisons individuelles par an. La taille des installations et leur matériel peuvent être ajustés au volume de production envisagé. Par ailleurs, on peut agrandir la fabrique quant on le veut à très bas prix.

Comme on l'a déjà indiqué, la machine à fabriquer les blocs creux est l'élément principal de l'équipement utilisé pour la production des éléments de construction. Le diagramme ci-joint montre un modèle construit par les Stalowa Wola Steel Works. Montée sur châssis, cette machine électrique à commande hydraulique produit les éléments à partir de matériaux bon marché et abondants comme le sable, le gravier, les pierres concassées, les déchets de carrières, les écorces d'arbres ou les copeaux mélangés à de la bouillie de ciment.

Le mélange de béton préparé dans une unité de bétonnage est transporté en chariot électrique jusqu'à la machine fabriquant les blocs creux. Là on remplit les moules de ce mélange, on forme les éléments, on les retire des moules et on les dépose sur le sol alors que la machine avance à une vitesse de 6 mètres par minute pour répéter l'ensemble des opérations à l'arrêt suivant.

Entre les éléments finis, il reste un espace de 20 à 30 centimètres dans la rangée et de 40 à 50 centimètres entre les rangées. Le rayon de braquage de la machine est de 2 mètres. Un seul opérateur suffit pour la faire marcher à condition que l'approvisionnement constant en mélange de béton soit assuré.

Les récents perfectionnements du procédé mis en oeuvre permettent de fabriquer des éléments qui ne doivent pas être enduits, les papiers peints pouvant être collés directement sur les blocs.

La caractéristique la plus importante de notre système est l'économie qu'il permet de réaliser. Par rapport aux maisons construites à l'aide des méthodes classiques, nos maisons sont une authentique réussite. On a pu ainsi constater que notre système permet d'économiser entre 40 et 45 % de la main-d'oeuvre et entre 25 et 30 % des frais de transport, et qu'il abrège la période totale de construction de 25 à 30 % grâce à l'organisation judicieuse des activités de planification, de conception et de toutes les phases de la construction.

Tout compte fait, nos maisons reviennent de 40 à 60 % moins cher que les maisons construites selon les méthodes classiques.

Quoi qu'il en soit, les résultats définitifs dépendent de l'application judicieuse du système tout entier, selon les indications données au début de l'article et compte tenu de ses divers aspects qui doivent être examinés séparément pour chaque projet.

Notre tâche consiste à aider nos clients à adopter la solution la mieux adaptée aux conditions locales.

Plan des maisons

Les dimensions réduites des éléments utilisés pour les murs (module : 30 centimètres) permettent de construire des bâtiments de toutes fonctions et de toutes formes ayant jusqu'à trois étages. Le poids des éléments de plafond préfabriqués qui doivent pouvoir être manutentionnés par quatre personnes constitue le seul facteur limitatif. La longueur de ces éléments varie donc de 3,6 à 5,4 mètres. Des éléments plus longs exigeraient l'emploi de dispositifs de levage supplémentaires.

Notre système offre donc dans ces limites beaucoup de latitude pour la conception de différents types de bâtiments : maisons individuelles, bâtiments pour services sociaux (dispensaires, jardins d'enfants, établissements scolaires, magasins, etc.), petites entreprises industrielles, ateliers, garages, etc. Ces exemples démontrent que le système est aisément adaptable en ce qui concerne les formes, les fonctions, et la hauteur des bâtiments à construire, les préférences individuelles et les traditions culturelles.

On trouvera ci-joint quelques plans types.

Fabrication des éléments

Selon les besoins du client, on peut plus ou moins mécaniser la production des éléments de construction en employant des machines simples ou du matériel complexe et à capacité de production élevée.

La production des éléments de construction repose sur un grand principe : limiter autant que possible le montant des investissements par élément produit. D'autre part, la production doit pouvoir être facilement et correctement adaptée à l'évolution des besoins et des circonstances.

On trouvera ci-dessous une proposition relative à l'organisation d'une installation produisant entre plusieurs douzaines et plusieurs centaines de maisons par an :

- Espace pour la production et le stockage des éléments de murs et de plafonds;
- Entrepôts à revêtement en dur pour le stockage des matières premières;
- Service de bétonnage avec silos pour les liants (ciment, chaux, etc.);
- Matériel de production (machines à fabriquer les blocs creux de type PSH-2 ou Poznan, matériel pour la fabrication des éléments de plafonds);
- Magasins, atelier et locaux pour le personnel;
- Protection contre les intempéries et matériel pour les armatures;
- Approvisionnement en eau et en énergie électrique; routes d'accès.

On trouvera en annexe le plan d'une fabrique produisant entre 50 et 200 maisons individuelles par an (200 jours de travail à raison de deux équipes par jour). La taille réelle de la fabrique et son équipement devraient être déterminés en fonction de la production prévue. L'important est cependant que le système permet d'agrandir la fabrique facilement et de façon illimitée chaque fois que la demande s'accroît.

On trouvera ci-après des suggestions quant à l'équipement à prévoir en fonction du volume de production envisagée :

<u>Nombre de maisons fabriquées par an</u>	<u>Machines à blocs creux</u>	<u>Chariots</u>	<u>Unité de bétonnage</u>	<u>Silos à ciment</u>	<u>Moules pour éléments de toiture</u>
50	1	2	1	2	6
100	2	4	1	3	12
150	3	6	1	3	15
200	4	7	1	4	18

Machine hydraulique pour la fabrication des blocs creux

Cette machine est la partie essentielle de toute fabrique d'éléments préfabriqués. Mise au point et construite par les Stalowa Wola Steel Works, elle est simple et d'un fonctionnement efficace. En une séquence d'opération de 40 à 60 secondes, la machine fabrique selon leurs dimensions et formes, 5 à 12 éléments. Le nombre de séquences dépend de son côté de l'approvisionnement constant en mélange de béton. En une journée de travail de 14 heures, la machine fournit ainsi assez d'éléments de murs pour construire une maison. Un diagramme et des clichés de la machine sont joints en annexe.

On trouvera ci-après quelques données techniques sur la machine à blocs creux construite par les Stalowa Wola Steel Works (type PSH-2) :

Hauteur	1 980 mm
Largeur	2 320 mm
Longueur	2 150 mm
Dimensions maximales des moules	980 x 750 mm
Hauteur des éléments	240 mm
Consommation électrique	8 kW
Poids total avec accessoires	2 200 kg
Poids des accessoires (moules, blocs moteurs)	600 kg
Vitesse de travail	6 mètres/mn
Rayon de braquage	2 mètres
Capacité de formage au cours d'un cycle	0,12 à 0,15 mètre ³
Durée d'une séquence d'opération	40 à 60 secondes

Les différents types d'éléments, leurs dimensions et leurs combinaisons possibles sont présentés sur les diagrammes annexés.

Machine de type Poznan pour la fabrication manuelle de blocs creux

Cette machine est fabriquée spécialement en vue de l'utilisation dans des zones éloignées et d'accès difficile. Elle exige comme seule infrastructure une dalle de béton de 12 centimètres d'épaisseur. La machine dont le poids total ne dépasse pas 300 kg, est simple à manier et facile à transporter. Elle permet à une personne de produire en quatre journées de travail de huit heures les éléments de murs d'une maison de 110 m² de surface utile. Elle n'exige qu'un seul dispositif mécanique, le vibreur électrique (qui peut aussi être actionné par un moteur à essence).

La machine est présentée sur les clichés ci-joints.

Travaux de construction

Les éléments préfabriqués pour les murs et les plafonds (toitures) sont chargés sur palettes et acheminés au chantier. Ils peuvent être montés par des ouvriers non qualifiés n'ayant reçu qu'une formation élémentaire qui sont supervisés par un technicien qualifié qui continue à les former au cours du travail. La solution idéale serait d'organiser la construction selon les principes d'une chaîne de montage. Cette formule permettrait une spécialisation assez poussée.

Finissage

Le côté extérieur des murs doit être enduit. L'enduit peut être appliqué à l'aide d'un équipement spécialement conçu à cet effet. A l'intérieur, les espaces entre les éléments devront être au besoin remplis avant l'enduction. Des fenêtres et portes à cadre métallique sont mises en place. Lorsqu'on fabrique des maisons en plus grande série on peut également préfabriquer les tuyauteries et les conduites pour l'installation électrique.

INSTALLATION PILOTE
DE PRODUCTION D'ELEMENTS PREFABRIQUES
POUR LA CONSTRUCTION DE BATIMENTS INDUSTRIELS
ET DE LOGEMENTS A BON MARCHE

Renseignements généraux

En 1975, l'ONUDI a organisé à Varsovie une réunion internationale au cours de laquelle divers systèmes de préfabrication ont été présentés aux participants. A cette occasion, on s'est particulièrement intéressé aux éléments de construction légers permettant d'ériger des ateliers, des ensembles de logements préfabriqués, etc.

Depuis plusieurs années, des experts polonais mettent au point un système simplifié pour la construction rationnelle de logements et de petits établissements industriels. Pour ce faire, ils ont recours à différents systèmes de préfabrication permettant :

- D'utiliser des matériaux locaux bon marché et des déchets industriels;
- De réduire l'emploi de matériaux coûteux comme l'acier et le ciment;
- De mécaniser la production d'éléments de construction, ce qui permet de construire des maisons à partir d'éléments légers sans utiliser de matériel;
- De faire ériger les bâtiments par leurs futurs occupants ou par des ouvriers non qualifiés;
- D'accélérer et de faciliter les travaux de construction, en limitant autant que possible le prix de revient.

Suivant les besoins du client, la production des éléments peut être plus ou moins mécanisée et mettre en oeuvre des machines simples ou du matériel élaboré et à capacité de production élevée.

Le principe fondamental sur lequel repose la fabrication des éléments de construction consiste à limiter autant que possible les dépenses d'investissement par élément produit.

Pour répandre l'utilisation de ce système de construction à bon marché, on propose de créer une installation pilote dans tout pays susceptible de l'adopter pour démontrer l'efficacité du système dans les conditions locales et pour assurer la formation du personnel nécessaire à la production future.

Une installation pilote de ce genre comprendrait les éléments suivants, tel que l'indique le diagramme du procédé technique :

A. Matériel

1. Deux machines pour la fabrication des blocs creux;
2. Trois chariots avec trémis pour le transport du mélange de béton;
3. Une unité de bétonnage;
4. Un silo à ciment;
5. Deux camions;
6. Deux chariots élévateurs (si la pallétisation est prévue).

B. Aménagement et services

1. Dalle en béton pour l'aire de production (dimensions approximatives : 50 x 100 m; épaisseur : 25 cm);
2. Approvisionnement régulier en ciment, gravier, sable et acier;
3. Approvisionnement en eau et énergie électrique;
4. Bâtiments connexes (bureaux, atelier, magasins, etc.);
5. Protection contre les intempéries.

C. Personnel

1. Six spécialistes (polonais) chargés de faire marcher l'installation et d'assurer la formation du personnel local pendant une période de six mois;
2. Ouvriers locaux non qualifiés à former à la production et à l'entretien des machines.

Organisation de l'installation pilote

Pour organiser la mise en service d'une installation pilote, il faut s'assurer le concours de l'ONUDI, de Polservice (représentant les entreprises polonaises) et des autorités du pays où l'installation doit être implantée.

L'ONUDI devrait fournir les appuis et concours financiers nécessaires qui, pour ce qui est des dépenses encourues en Pologne et l'achat de matériel polonais, pourraient être couverts par les contributions volontaires du Gouvernement polonais à l'ONUDI et au PNUD.

Dans ces conditions l'ONUDI prendra à sa charge :

- Les dépenses liées à une mission préparatoire de deux à trois semaines effectuée par trois experts chargés d'examiner les conditions dans lesquelles pourrait être créée une installation pilote et de discuter le choix de l'endroit approprié;
- Le coût des machines;
- Les dépenses encourues par Polservice pour financer le détachement des six experts nécessaires pour faire marcher l'installation et pour assurer la formation du personnel local pendant six mois;
- Les frais de transport du matériel et les frais de voyage par avion du personnel polonais.

Polservice, agissant comme organisme chargé de la coordination pour le compte des entreprises polonaises intéressées,

- Fournira gratuitement la technologie pour la production des éléments préfabriqués;
- Supervisera la livraison des machines et du matériel choisis pour l'installation pilote;
- Fournira, à la demande de l'ONUDI, des services d'experts et de spécialistes pour la création de l'usine pilote;
- Assurera la formation du personnel national qu'exige l'exploitation et l'entretien convenables de l'installation pilote.

L'organisme national de contrepartie devra fournir :

- Un endroit approprié pour l'implantation de l'installation pilote;
- Le matériel nécessaire pour compléter l'installation pilote (unité de bétonnage, silo à ciment, camions, chariot élévateur);
- L'effectif nécessaire d'ouvriers non qualifiés devant être formés par les experts de l'ONUDI;
- Les matières premières (ciment, gravier, sable et acier);
- Les bureaux, ateliers, magasins, etc., nécessaires.

Calcul approximatif des coûts

La présente rubrique n'indique que le coût approximatif des éléments qui seront fournis par l'ONUDI et par les institutions polonaises (Polservice).

Machines à fournir par la Pologne

- Machines pour la fabrication des blocs creux PSH-2 (2);
- Chariots avec trémis (3);
- Jeux de moules pour les blocs (4);
- Transport du matériel;
- Traitement des experts polonais au cours de leur séjour dans le pays en développement pendant la mission préparatoire et au moment de la mise en marche de l'installation pilote

100 000 dollars

Le coût des machines et des services précités (100 000 dollars des Etats-Unis) pourrait être couvert grâce à la contribution polonaise au PNUD (en zlotych polonais) ou en toute autre monnaie détenue par le PNUD ou l'ONUDI.

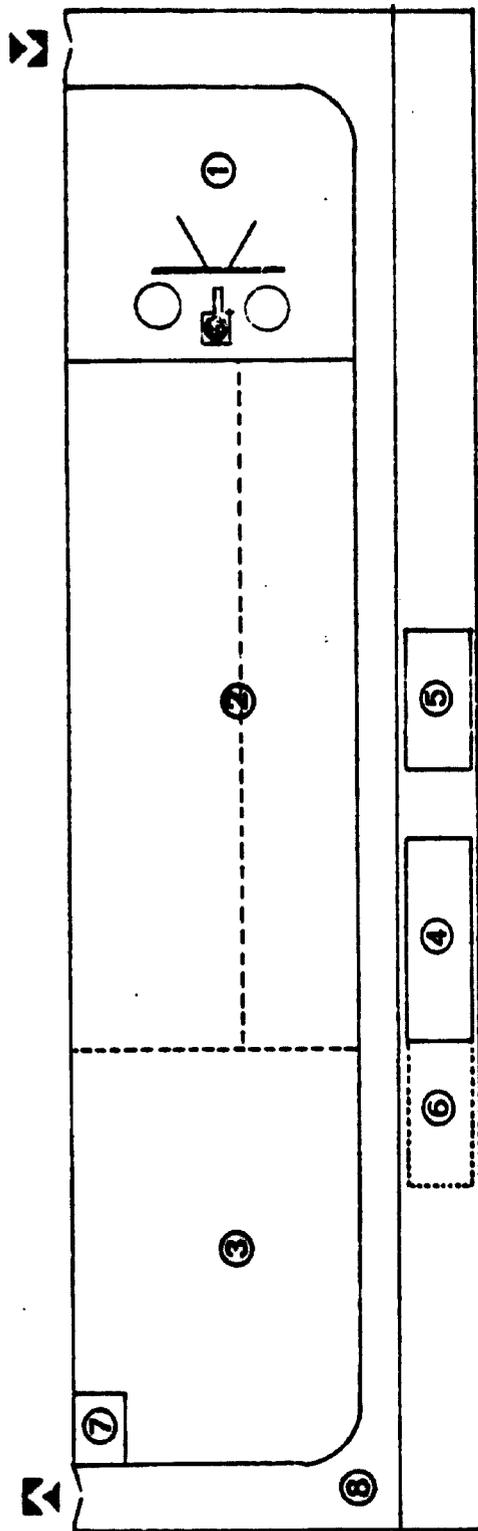
Traitement des experts au cours de leur séjour sur le terrain

- Mission préparatoire de 2 experts (3 semaines chacun) 7 500 dollars E.U.
- Equipe de spécialistes pour la mise en place et l'exploitation de l'usine pilote (6 mois) 72 000 dollars E.U.

Total : 79 500 dollars E.U.

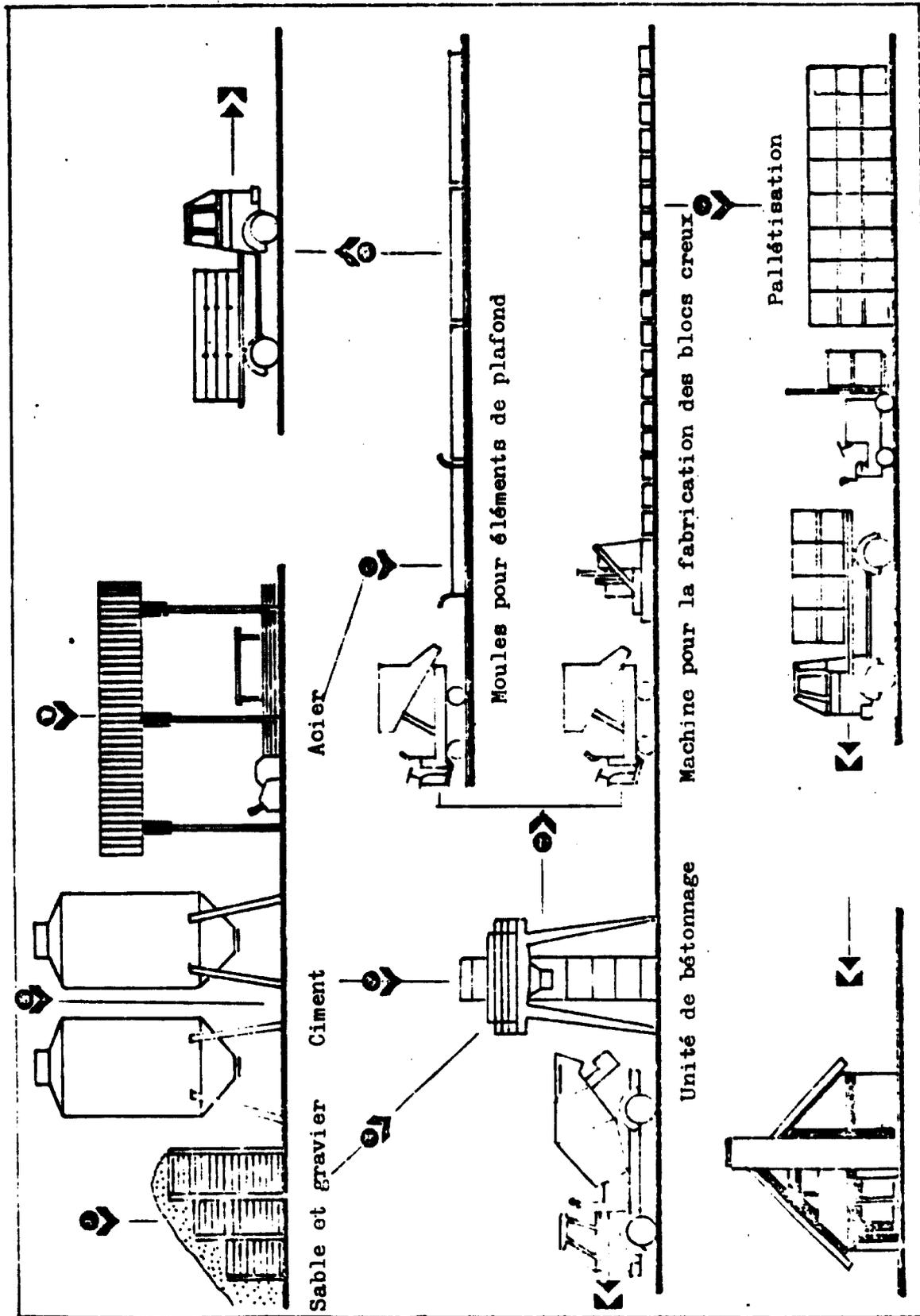
Les dépenses seront calculées avec plus de précision par la mission préparatoire, en collaboration étroite avec l'organisme de contrepartie compétent de chacun des pays intéressés.

PLAN DE LA FABRIQUE

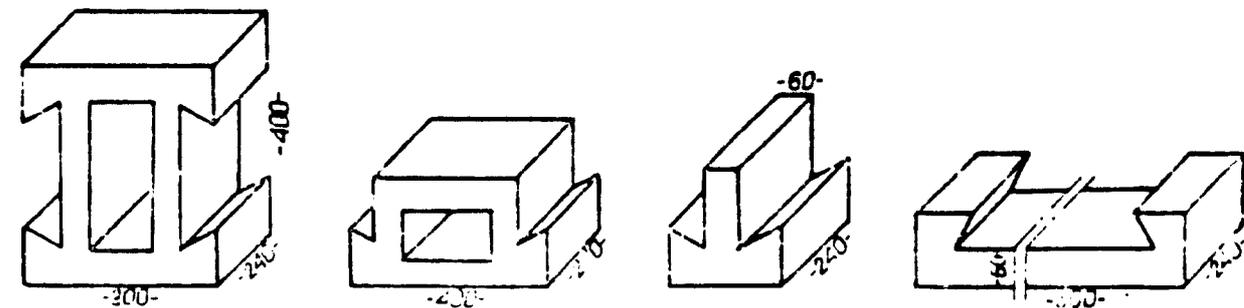
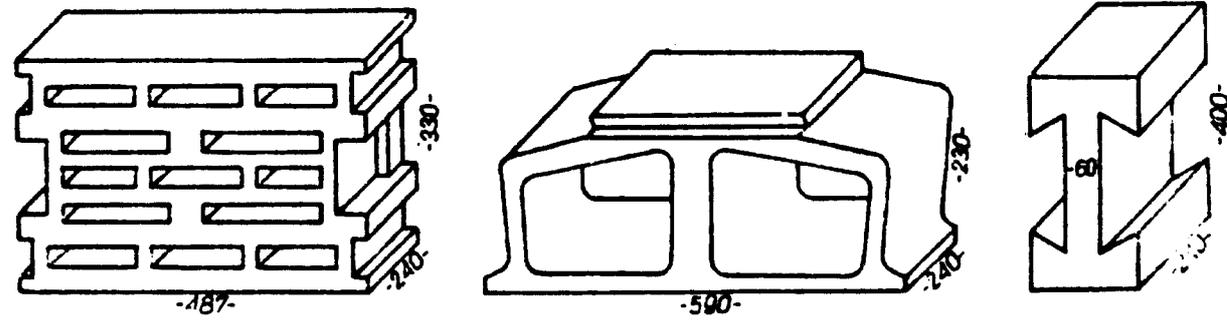
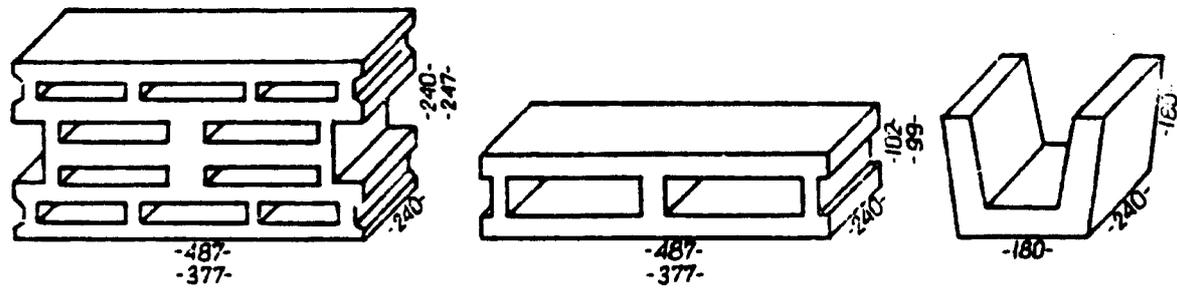
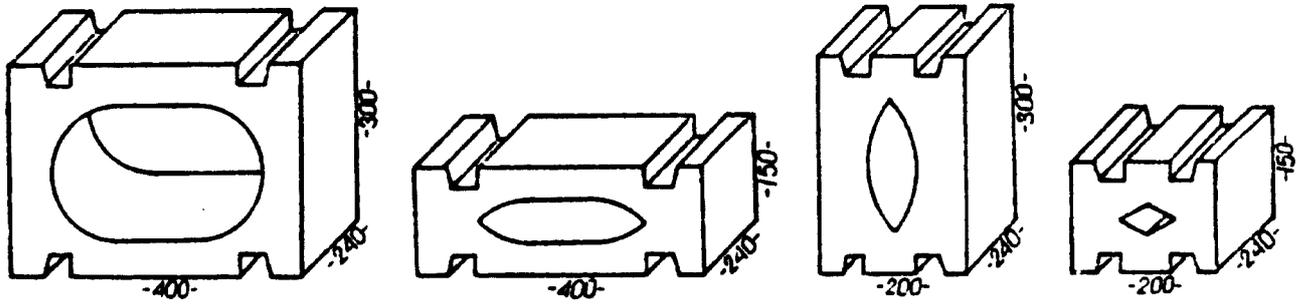
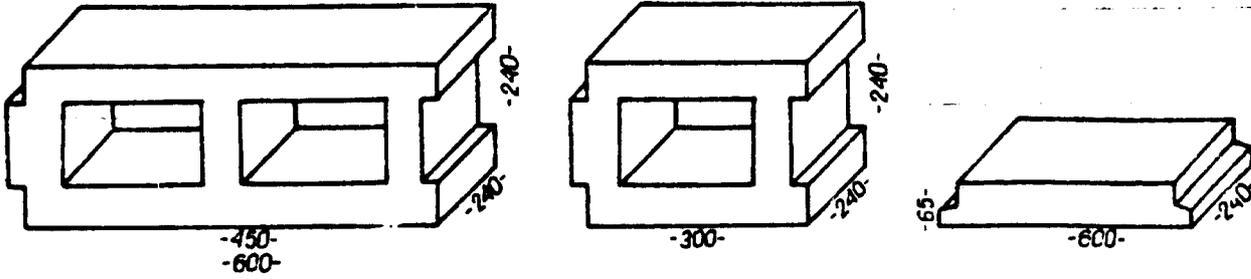
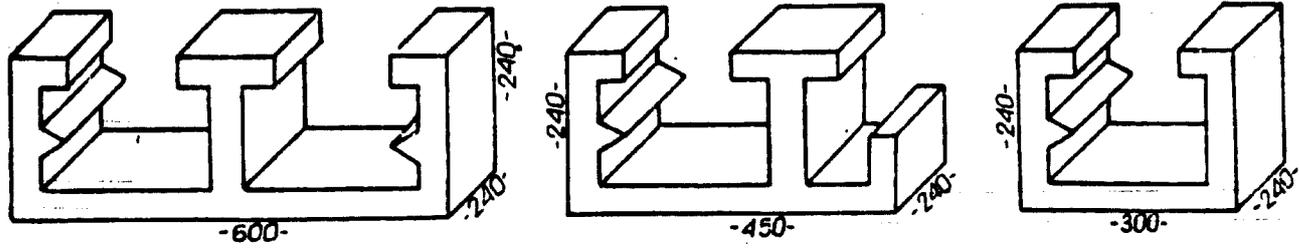


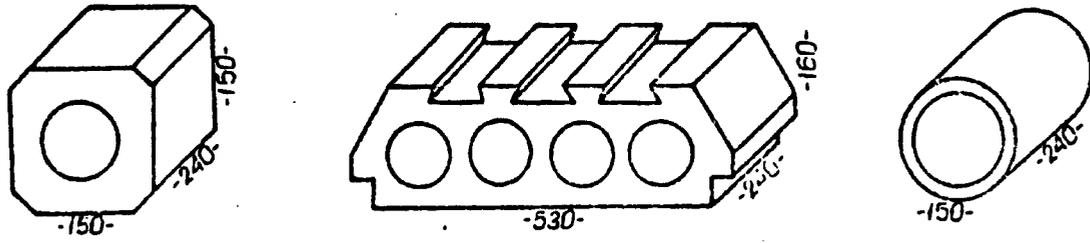
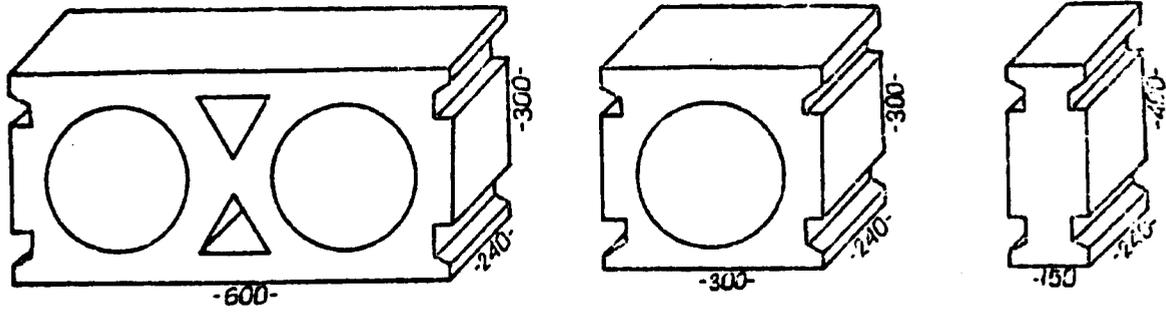
1. Entrepôt à sable et à gravier, silos à ciment, unité de bétonnage
2. Aire de production
3. Aire de stockage des produits finis
4. Bureaux et atelier
5. Service des armatures (atelier)
6. Aire couverte
7. Gardien
8. Route

Schéma technologique de la production d'éléments préfabriqués

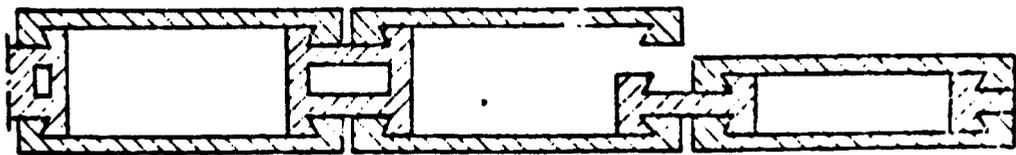
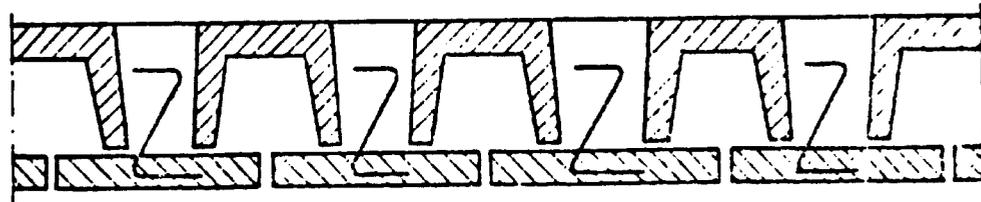
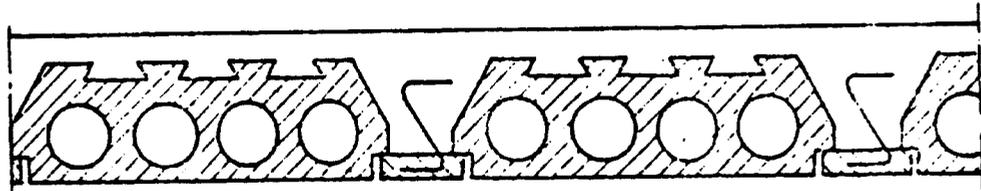
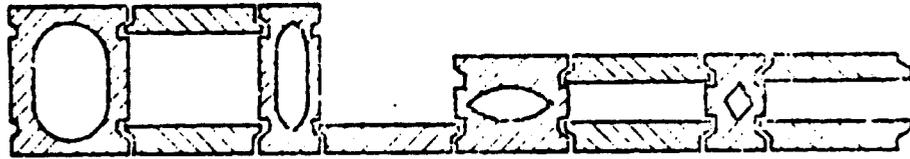
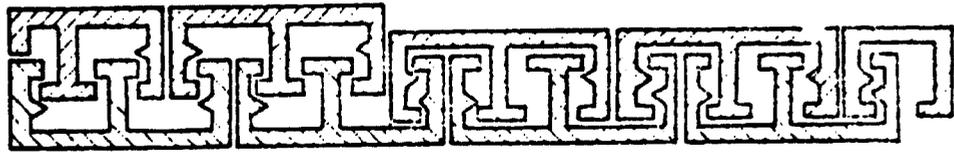


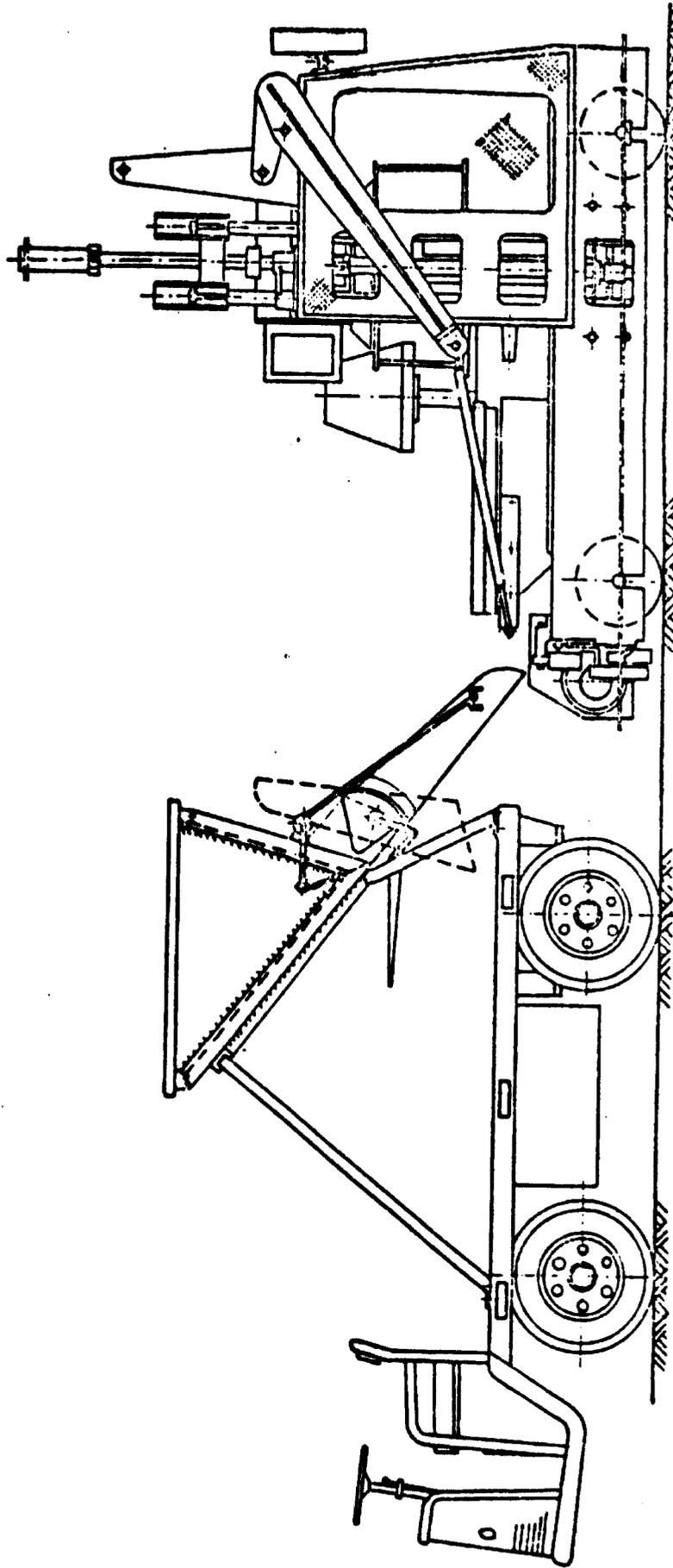
Eléments de mur fabriqués par la machine PSH-2



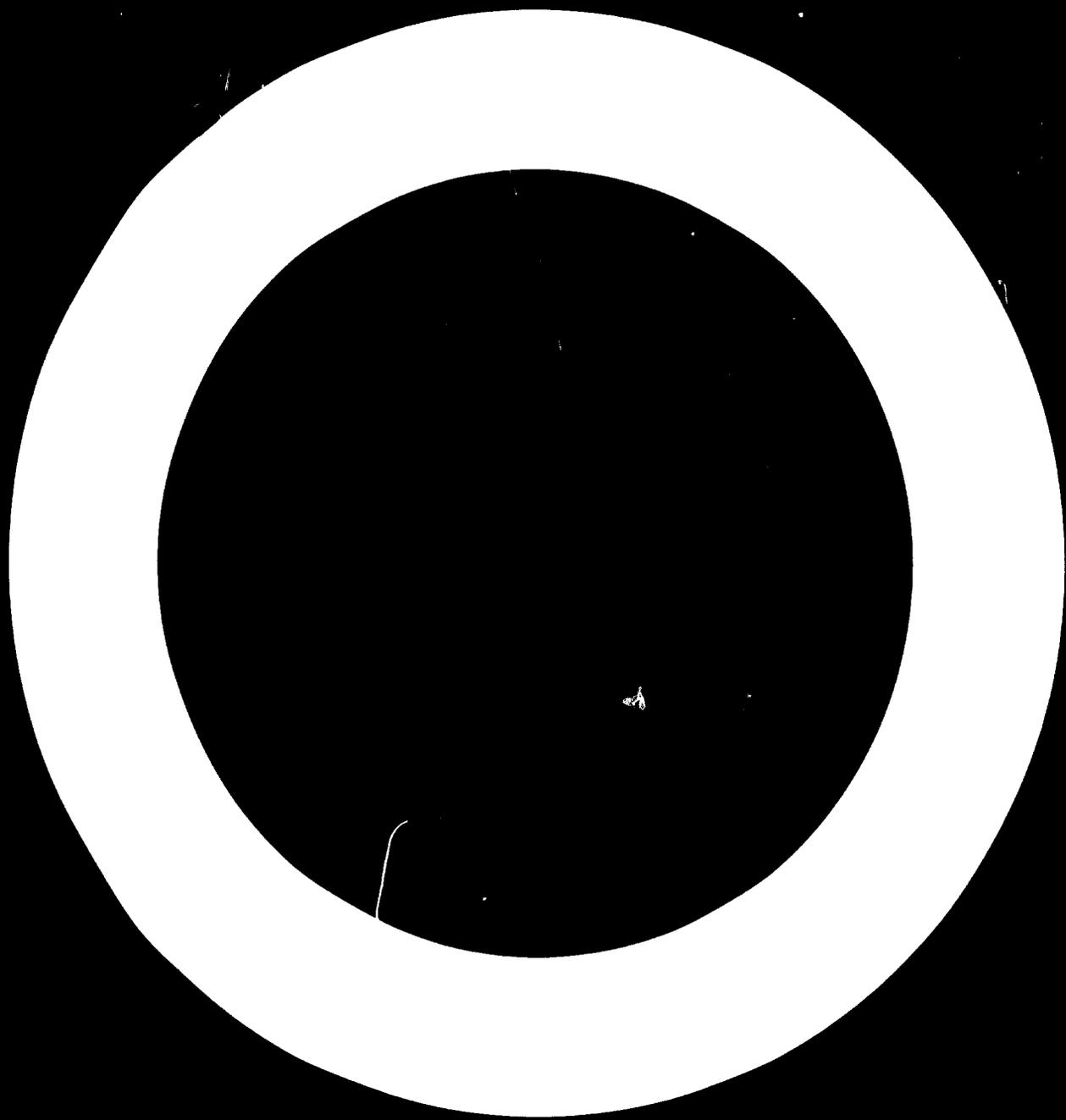


Arrangement des Eléments

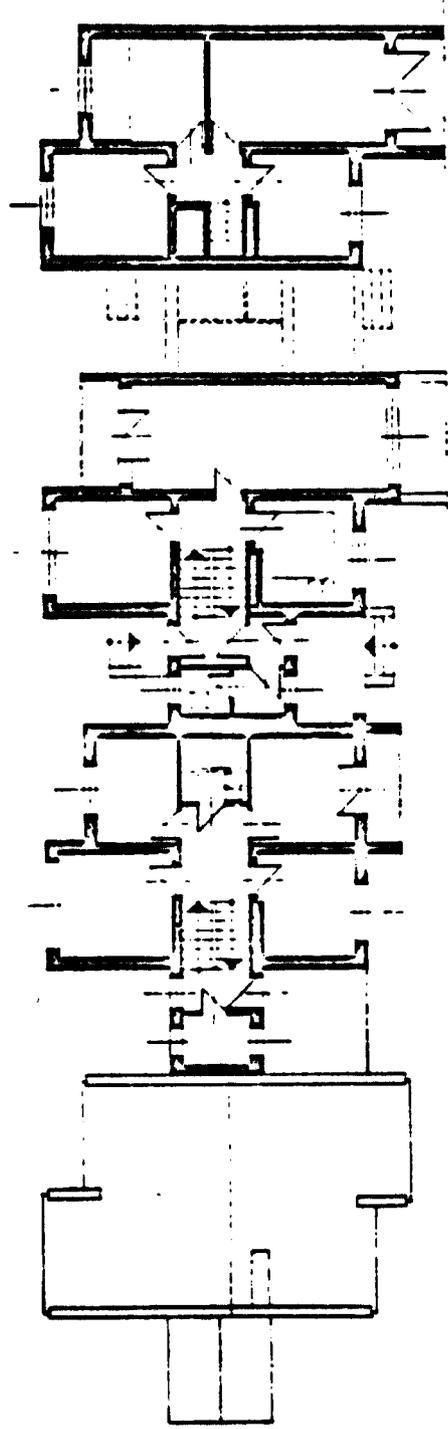
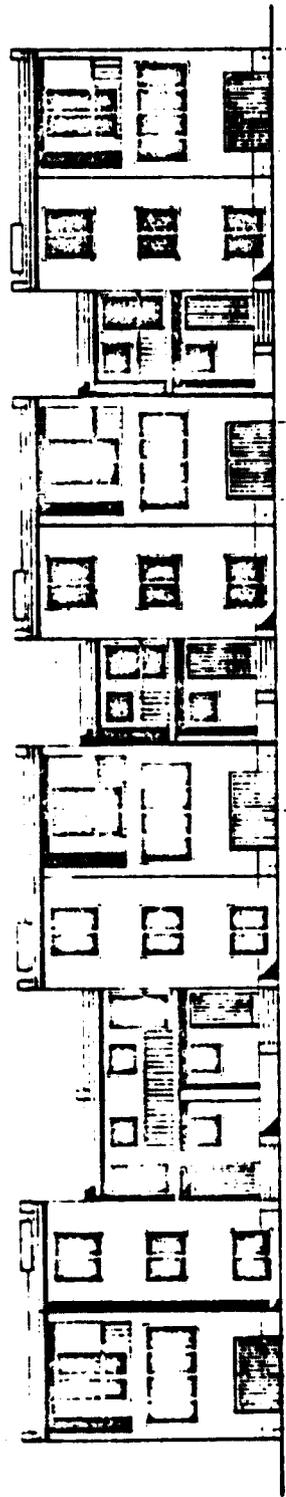
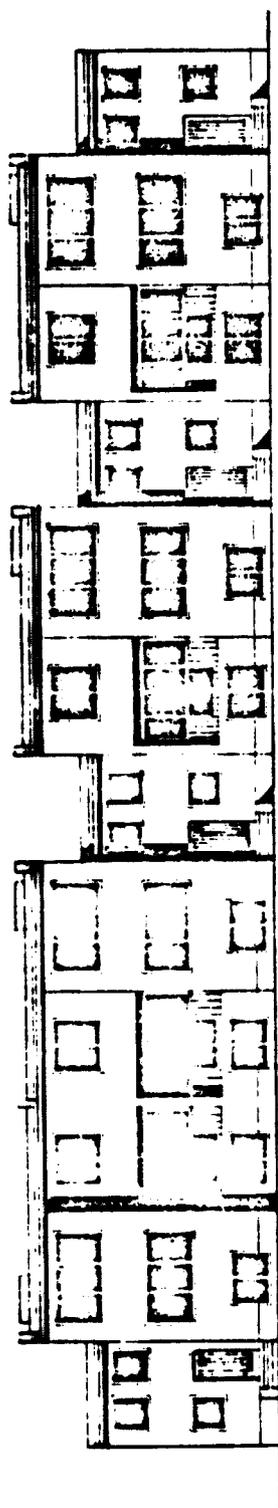


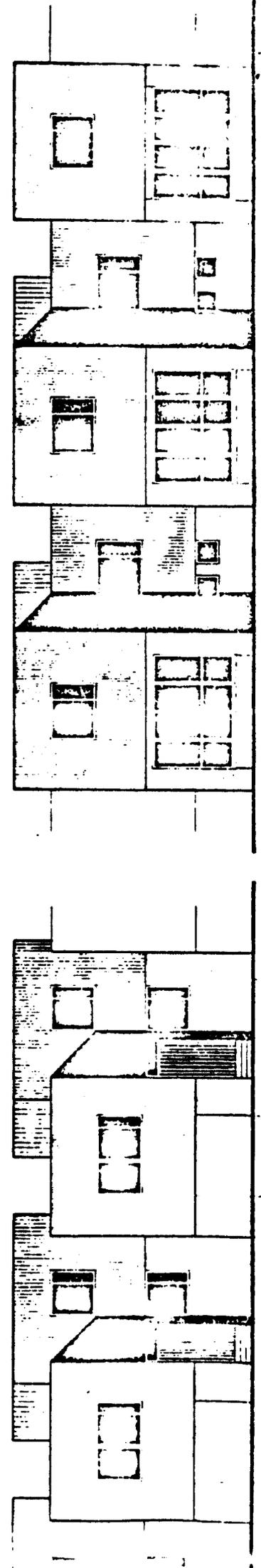
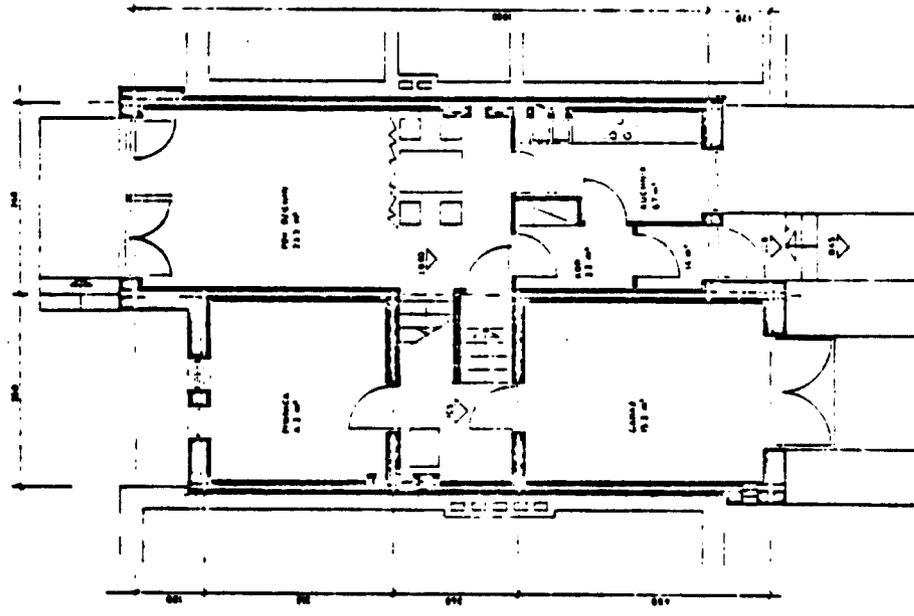
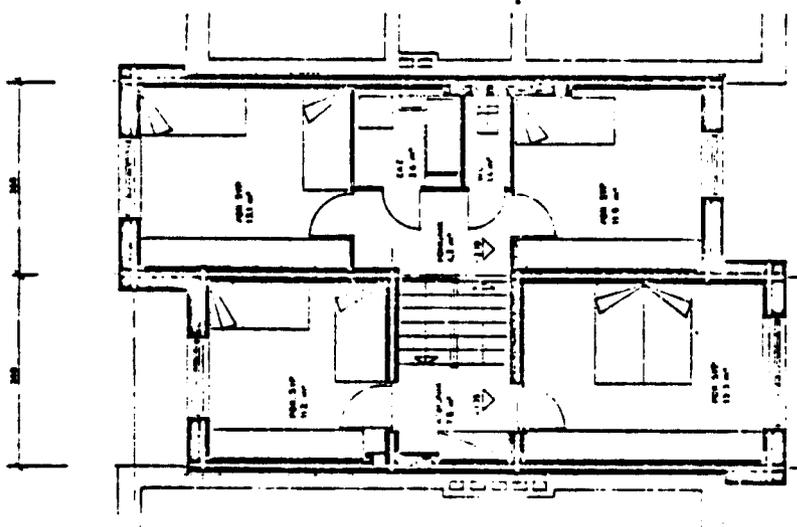
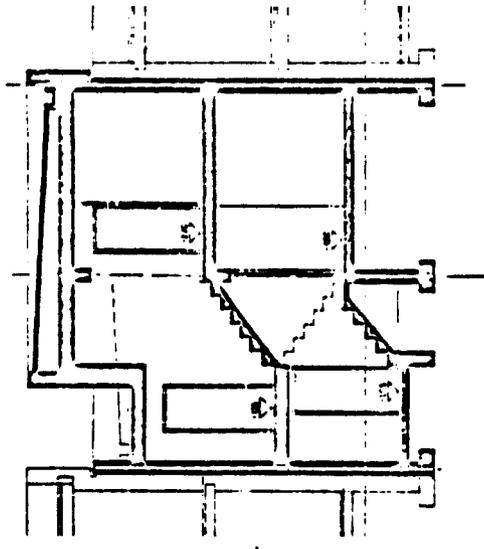


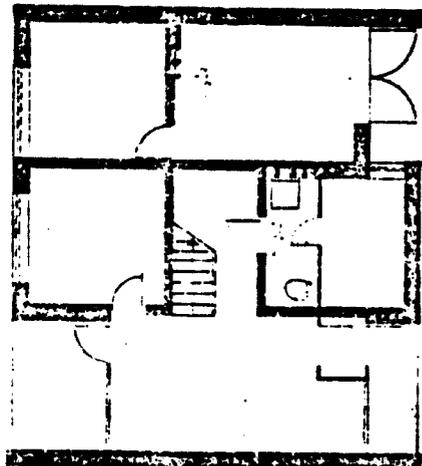
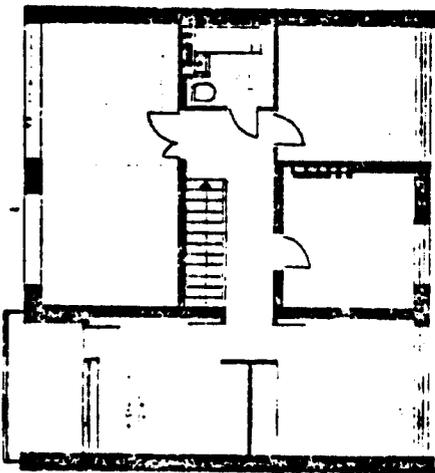
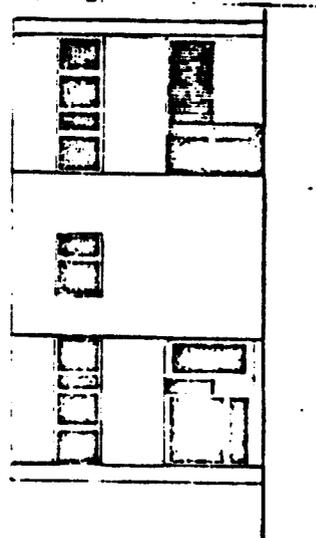
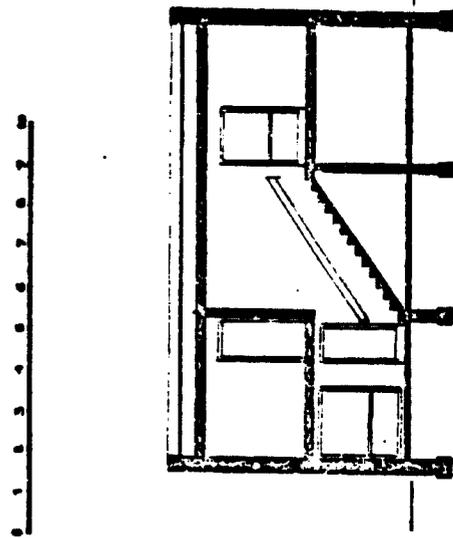
Machine pour la fabrication des blocs creux PSII-2 avec chariot



QUELQUES EXEMPLES DE BATIMENTS POUVANT ETRE ERIGES
A L'AIDE DU SYSTEME DE CONSTRUCTION A BON MARCHE





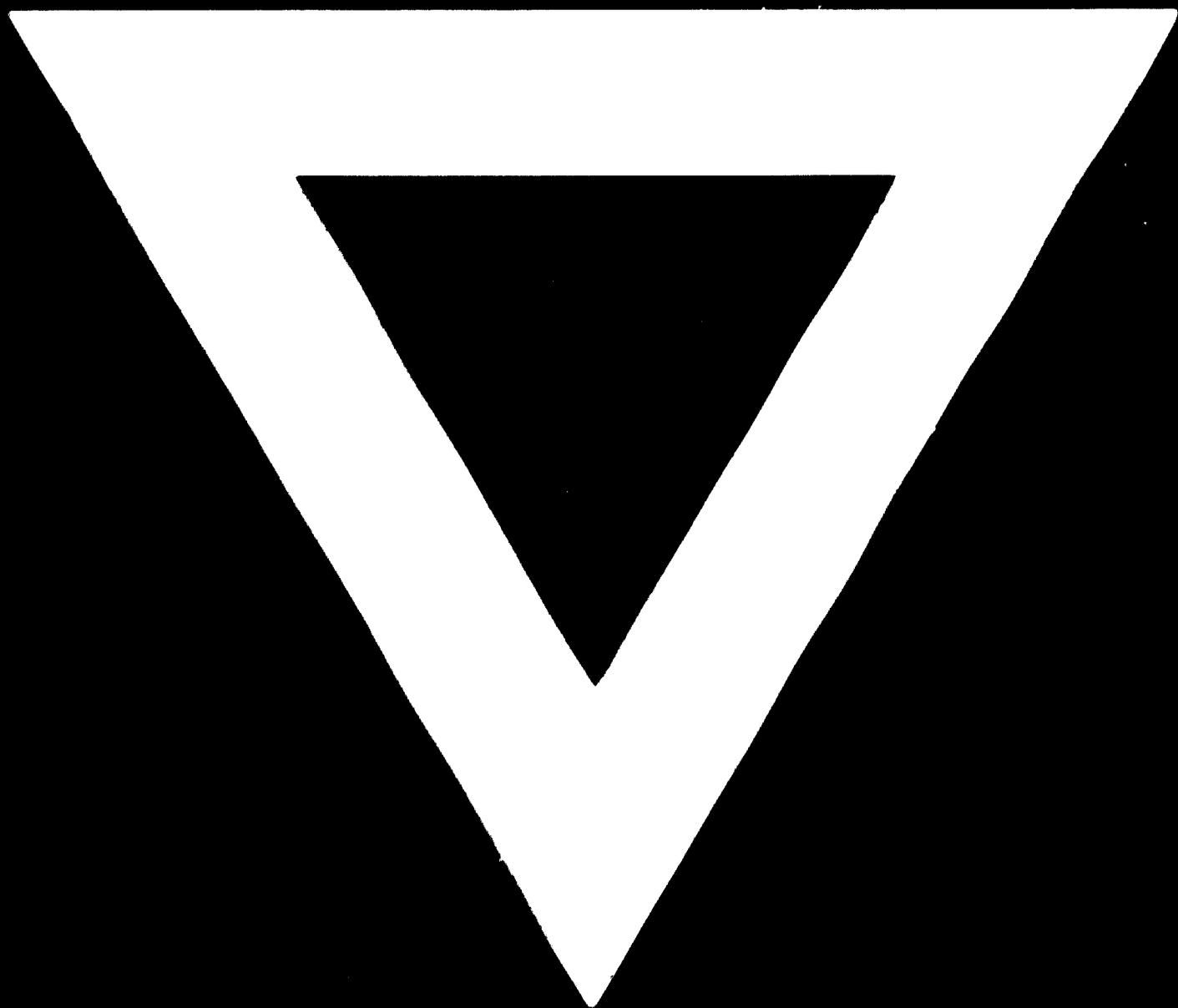


710 m²

iv.

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.

G - 638



81.11.04