



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

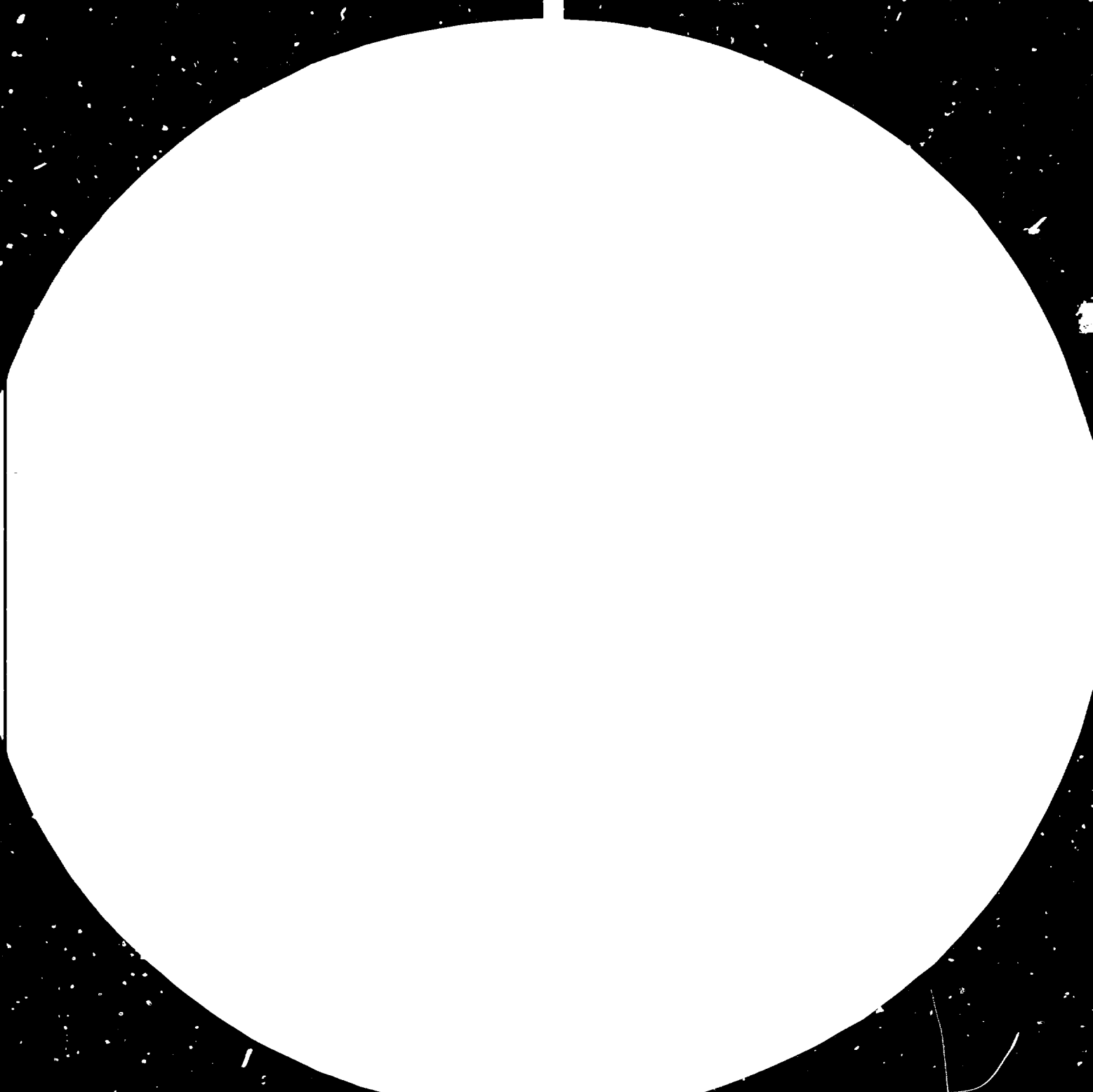
## FAIR USE POLICY

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](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



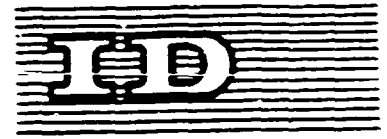


MICROCOPY REPRODUCTION OF THIS PART

OF THE ORIGINAL DOCUMENT IS AVAILABLE FROM



11026-F



Distr. LIMITEE

ID/WG.335/16

25 novembre 1981

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

Séminaire sur les panneaux à base de bois  
et l'industrie du meuble

Beijing (Chine), 23 mars-7 avril 1981

CREATION, DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT,  
D'UNE INDUSTRIE DES PANNEAUX DERIVES DU BOIS :  
PRINCIPES DIRECTEURS POUR LE CHOIX DES FILIERES\*

Document établi par un groupe de consultants chinois  
et de consultants de l'ONUDI\*\*

\* Les opinions exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de l'ONUDI. Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

\*\* Pour leurs noms et fonctions voir les notes concernant la préface.

TABLE DES MATIERES

<u>Chapitre</u>	<u>Page</u>
PREFACE	4
INTRODUCTION	5
I. CONSIDERATIONS RELATIVES AUX MATIERES PREMIERES	6
A. Ressources en matières premières	6
1. Formes des matières ligno-cellulosiques	6
2. Essences utilisables	6
3. Produits chimiques requis	7
B. Coût des matières premières	7
1. Prix de revient	7
2. Frais de transport et de manutention	7
3. Coût des produits chimiques	8
C. Travaux de recherche-développement nécessaires	8
II. CONSIDERATIONS COMMERCIALES	10
A. Importance du marché	10
1. Débouchés actuels et potentiels	10
2. Débouchés extérieurs actuels et potentiels	10
B. Promotion nécessaire	11
C. Utilisations possibles	11
1. Débouchés pour les panneaux utilisés tels quels	11
2. Débouchés pour les panneaux dans les usines verticalement intégrées	11
3. Souplesse d'emploi	12
D. Prix	12

<u>Chapitre</u>	<u>Page</u>
III. CONSIDERATIONS TECHNOLOGIQUES	15
A. Rendement du bois utilisé comme matière première	15
B. Niveau technologique	15
1. La technologie convient-elle aux pays en développement	15
2. Entretien de l'équipement	16
3. Infrastructure industrielle nécessaire	16
4. Travaux de recherche-développement nécessaires	17
5. Fonctionnement du procédé	17
C. Seuil de rentabilité	17
D. Consommation d'énergie et d'eau	18
1. Energie électrique	18
2. Energie thermique (chauffage)	18
3. Besoins en eau	19
E. Considérations écologiques	19
IV. CONSIDERATIONS RELATIVES A LA MAIN-D'OEUVRE ET AU CAPITAL REQUIS	21
A. Main-d'oeuvre nécessaire	21
1. Personnel national disponible et besoins de personnel étranger	21
2. Formation nécessaire	21
B. Capital nécessaire pour une usine de puissance minimale	21

## PREFACE

Organisé par l'ONUDI et le Gouvernement de la République populaire de Chine, un Séminaire sur les panneaux à base de bois et l'industrie du meuble s'est tenu à Beijing (Chine) du 23 mars au 7 avril 1981. La première moitié de cette réunion de deux semaines a été consacrée aux panneaux dérivés du bois, la seconde à l'industrie du meuble. Les délibérations de la première semaine ont été récapitulées au cours d'une discussion de trois heures à laquelle participaient quatre consultants chinois<sup>1/</sup> et cinq consultants de l'ONUDI<sup>2/</sup> et qui était animée par un fonctionnaire de l'ONUDI<sup>3/</sup>.

Cette discussion qui avait pour thème général la "création, dans les pays en développement, d'une industrie des panneaux dérivés du bois; principes directeurs pour le choix des filières", a été l'occasion d'une récapitulation des exposés consacrés aux sujets suivants : contre-plaqués<sup>4/</sup>, panneaux de particules (y compris les panneaux agglomérés avec un liant hydraulique, les panneaux à copeaux orientés et les panneaux à grands copeaux (waferboard)<sup>5/</sup>, panneaux de fibres (y compris les

---

1/ MM. Wang Feng Shang, Directeur et ingénieur en chef, Institut de recherche de l'industrie du bois de Shanghai; Ba Ru-You, Usine de transformation du bois de Beijing, Expert en production de panneaux de particules; Chian Ying-lin, Stagiaire de recherche associé, Institut de l'industrie du bois, Académie chinoise de la sylviculture; Xia Zhi-Yuan, Stagiaire de recherche associé, Institut de l'industrie du bois, Académie chinoise de la sylviculture.

2/ MM. H.P. Brion, Consultant en matière d'automation à coût modéré; J.L. Carré, Consultant en matière de production de panneaux de particules; G. Heilborn, Consultant en matière de production de contre-plaqué; R. Vansteenkiste, Consultant en matière de traitement de surface des panneaux; P. Wiecke, Consultant en matière de production de panneaux de fibres de densité moyenne.

3/ M. A.V. Bassili, Spécialiste du développement industriel (hors classe), Division des opérations industrielles.

4/ The process of plywood manufacture, par Wang Feng Shang (ID/WG.335/7/Rev.1) et Recent Developments in Plywood Production, par Gotthard P. Heilborn (ID/WG.355/9).

5/ The Manufacture of Flat-pressed Particle Board in the Beijing Woodworking Plant, par Ba Ru-You (ID/WG.335/5) et Recent developments in Particle Board Production, par J.L. Carré (ID/WG.335/15).

panneaux de fibres de densité moyenne)<sup>6/</sup>, traitement de surface des panneaux dérivés du bois<sup>7/</sup>, et automation à coût modéré dans l'industrie des panneaux dérivés du bois<sup>8/</sup>. Cette récapitulation pour laquelle aucun document n'avait été, à l'origine, établi, a permis aux participants de mieux cerner les avantages et insuffisances des différents produits, ainsi que les problèmes posés par la création des entreprises correspondantes dans les pays en développement. Les participants ont prié le Secrétariat de l'ONUDI de publier à leur intention, après le Séminaire, un document résumant cette discussion et de le communiquer aussi à d'autres intéressés. Le présent texte qui est fondé sur des notes prises au cours de la discussion de groupe, comprend dans chaque chapitre le tableau synoptique établi au cours de la discussion et approuvé par les membres du groupe et les autres participants au séminaire. Les panneaux de fibres non comprimés (panneaux mous) n'ont pas été inclus dans cette étude comparée, le potentiel des pays en développement à cet égard étant limité.

#### INTRODUCTION

De nombreux pays en développement ne se sont pas encore dotés d'une industrie des panneaux dérivés du bois, même s'ils disposent des principales matières premières requises (bois ou autres matières ligno-cellulosiques).

En ce qui concerne les différentes utilisations possibles, les panneaux dérivés du bois (contre-plaqués, panneaux de particules ou de fibres et types plus spécialisés de ces panneaux) sont dans une grande mesure interchangeables. La plupart d'entre eux sont fabriqués à partir de matières premières qui peuvent aussi servir à la production d'autres panneaux de ce genre.

On espère que cette étude comparée présentera de l'utilité pour les services publics, les planificateurs, les industriels et les milieux financiers des pays en développement qui ne possèdent pas encore d'industrie des panneaux dérivés du bois.

---

6/ Technology and Equipment of a Small-scale Wet-process Hard Fibreboard (Hardboard) Plant par Chian Ying-Lin (ID/WG/335/3/Rev.1) et Production of Medium-density Fibreboard, par P.H. Wiecke (ID/WG.335/14).

7/ Surface Treatment of Wood-based Panels, par R. Vansteenkiste (ID/WG.335/10/Rev.1) et Decorative Laminates par Xia Zhi-Yuan (ID/WG.335/6).

8/ Mechanization and Automation Possibilities in the Wood-based Panel Industry, par H.P. Brion (ID/WG.335/4).



## I. CONSIDERATIONS RELATIVES AUX MATIERES PREMIERES

### A. Ressources en matières premières

#### 1. Forme des matières ligno-cellulosiques

Contre-plaqués : Les matières ligno-cellulosiques nécessaires à leur fabrication se présentent sous la forme de grumes de bonne qualité. Dans les pays tropicaux, les grumes à dérouler sont en général très grosses, alors qu'en Scandinavie, leur diamètre peut être inférieur à 20 cm (l'équipement utilisé étant bien entendu similaire mais assez spécialisé).

Pour la fabrication de panneaux de fibres (panneaux durs), de panneaux de fibres de densité moyenne (panneaux mi-durs) et de panneaux de particules (les uns et les autres agglomérés au moyen d'adhésifs synthétiques et de liants inorganiques), on peut utiliser toutes sortes de matières premières (grumes, chutes ou copeaux de bois, résidus agricoles). Lorsque l'on utilise uniquement des copeaux, leur taille et leurs autres caractéristiques (écorce) peut influencer les propriétés du produit fini.

#### 2. Essences utilisables

Contre-plaqués : on peut utiliser la plupart des essences, à condition de pouvoir les dérouler (ou trancher). L'étuvage ou un autre traitement thermique permet souvent d'améliorer l'aptitude au déroulage. On ne peut utiliser que du bois.

Bien que la matière première servant à fabriquer des panneaux de fibres (panneaux durs) puisse être un mélange de différentes essences, sa densité ne peut varier que dans des proportions limitées. On peut utiliser du bois ou des matières ligno-cellulosiques provenant de résidus agricoles.

Panneaux de fibres à densité moyenne (panneaux mi-durs) : La situation se rapproche de celles des panneaux durs sauf que les critères limitant les variations de densité sont plus strictes. Jusqu'à présent, les panneaux mi-durs n'ont été fabriqués qu'à partir de bois mais l'utilisation de certains résidus agricoles semble possible.

Panneaux de particules : Toutes les essences peuvent être utilisées avec des adhésifs synthétiques. Des essais ont montré qu'une multiplicité de résidus agricoles conviennent également à cet usage.

La teneur en tanins et en sucre des matières ligno-cellulosiques agglomérées avec un liant hydraulique doit être faible.

#### Produits chimiques requis

3. L'urée-formaldéhyde (UF) et le phénol-formaldéhyde (PF) servent à fabriquer des contre-plaqués destinés à être employés respectivement à l'intérieur et à l'extérieur. Dans les deux cas, les quantités consommées correspondent à 4 % environ du poids du bois.

Les panneaux de fibres (panneaux durs) n'exigent aucun agent d'addition chimique, s'ils sont obtenus par voie humide, et 3 % environ (en poids) de phénol-formaldéhyde, si on les fabrique par voie sèche.

La fabrication de panneaux de fibres de densité moyenne nécessite l'adjonction de 9 % environ (en poids) d'urée-formaldéhyde.

Panneaux de particules. La fabrication de panneaux agglomérés avec une résine synthétique exige entre 8 et 10 % (en poids) d'urée-formaldéhyde (on utilise parfois du phénol formaldéhyde, dont l'emploi est cependant bien moins courant.

On fabrique deux types de panneaux agglomérés avec un liant hydraulique : les panneaux légers (à base de laine ou de copeaux de bois) exigent un apport de 50 % (en poids) de liant hydraulique (ciment) et les panneaux de forte intensité (à surface lisse) un apport de 300 % (en poids) de liant.

#### B. Coût des matières premières

##### 1. Prix de revient

Contre-plaqués : Le prix de revient des grumes de déroulage et de tranchage est toujours très élevé si on le compare à celui des matières premières employées pour la fabrication d'autres panneaux dérivés du bois.

Panneaux de fibres (panneaux durs), panneaux de fibres de densité moyenne (panneaux mi-durs) et panneaux de particules : le coût du bois employé comme matière première est toujours peu élevé (le coût des résidus agricoles, si l'on en emploie, varie et devrait être déterminé dans chaque cas particulier.

##### 2. Frais de transport et de manutention

Contre-plaqués : Les frais de transport et de manutention des grumes de déroulage et de tranchage sont toujours élevés par rapport à ceux des matières premières employées pour la fabrication d'autres panneaux dérivés du bois.

Panneaux de fibres (panneaux durs), panneaux de fibres de densité moyenne (panneaux mi-durs) et panneaux de particules : les frais de transport et de manutention sont toujours peu élevés, si l'on utilise du bois. Si l'on prend pour matière première des résidus agricoles, ces frais varient et devraient être déterminés dans chaque cas particulier.

Les frais de transport et de manutention du bois utilisé pour les panneaux de particules légers à liant hydraulique (panneaux de laine ou de copeaux de bois) sont considérés comme "moyens".

### 3. Coût des produits chimiques

Le prix unitaire des adhésifs synthétiques (urée-formaldéhyde ou phénol-formaldéhyde) qui demeure le même, quel que soit le panneau dérivé du bois fabriqué est dans l'ensemble considéré comme élevé par tous les pays en développement, qui doivent souvent importer ces produits.

En revanche, le coût du ciment nécessaire pour la fabrication de panneaux de particules à liant hydraulique est "peu élevé".

### C. Travaux de recherche-développement nécessaires

Contre-plaqués : On estime que l'introduction de cette industrie dans les pays en développement n'exige guère de travaux de recherche-développement autres que ceux nécessaires pour la mise au point d'un équipement permettant de dérouler des grumes d'un plus faible diamètre ou de dérouler des grumes jusqu'à un cœur plus petit.

Panneaux de fibres (panneaux durs) et panneaux de fibres de densité moyenne (panneaux mi-durs) : si on emploie le bois comme matière première, aucun travail de recherche-développement supplémentaire ne sera nécessaire; il en faudra cependant sans doute si l'on utilise des résidus agricoles.

Panneaux de particules : La fabrication de panneaux à partir de bois et au moyen d'une résine synthétique n'exige pas de travaux de recherche-développement complémentaires. Il faudra cependant déterminer la teneur en tanins et en sucre du bois avant de l'utiliser comme matière première pour la fabrication de panneaux agglomérés avec un liant hydraulique.

Comme dans le cas des panneaux de fibres, l'emploi de résidus agricoles rendra probablement certains travaux de recherche-développement nécessaires.

On trouvera au tableau I une synthèse des considérations ci-dessus.

Tableau I

Considérations relatives aux matières premières : Aperçu d'ensemble

<u>Intitulé</u>	<u>Contre-plaqués</u>	<u>Panneaux de fibres (Panneaux durs)</u>	<u>Panneaux de fibres de densité moyenne</u>	<u>Panneaux de particules</u>
<b>A. RESSOURCES NECESSAIRES</b>				
1. Forme des matières ligno-cellulosiques	Grumes seulement	Grumes, chutes et copeaux	Grumes, chutes et copeaux	Grumes, chutes et copeaux
2. Essences utilisables	La plupart	Gamme de densité limitée	Variations de densité encore plus limitées que pour les panneaux de fibres	Toutes
3. Produits chimiques requis	UF ou PF + 4 %	Voie humide : néant Voie sèche : 3 % de PF	UF : + 9 %	UF : 3 à 10 % Liant hydraulique : 50 % (panneaux légers) 300 % (panneaux de forte densité)
<b>B. COUT</b>				
<b>1. Matières premières</b>				
- bois	Très élevé	Bas	Bas	Bas
- Résidus agricoles	s.o.	Selon les conditions locales	Selon les conditions locales	Selon les conditions locales
<b>2. Transport et de manipulation</b>				
- bois	Elevé	Bas	Bas	Bas
- Résidus agricoles	s.o.	Selon les conditions locales	Selon les conditions locales	Selon les conditions locales
<b>3. Produits chimiques</b>				
- UF et PF	Elevé (dans la plupart des pays en développement), quel que soit le type de panneaux fabriqué.			
- Liant hydraulique	s.o.	s.o.	s.o.	bas
<b>B. TRAVAUX DE R-D NECESSAIRES</b>				
- bois	néant	néant	néant	néant pour panneaux agglomérés avec l'UF
- résidus agricoles	s.o.	Le plus souvent travaux de R-D complémentaires nécessaires	Le plus souvent travaux de R-D complémentaires nécessaires	(?) en ce qui concerne les panneaux à liant hydraulique; le plus souvent travaux de R-D complémentaires nécessaires

## II. CONSIDERATIONS COMMERCIALES

### A. Importance du marché

#### 1. Débouchés actuels et potentiels

Contre-plaqués : Dans les pays dotés de ressources abondantes de matières premières (bois), les débouchés locaux pour les contre-plaqués sont généralement bons aux premiers stades du développement de l'industrie du bois : quant aux perspectives, elles doivent être considérées comme moins bonnes, à cause de la concurrence éventuelle d'autres panneaux dérivés du bois fabriqués dans les usines qui pourraient être mises en place.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Les débouchés actuels et potentiels sont considérés comme bons.

Panneaux de fibres de densité moyenne : En dépit de l'exigüité du marché local actuel, les débouchés potentiels pour ce produit sont considérés comme très bons.

Panneaux de particules : Les débouchés locaux actuels sont considérés comme bons, les débouchés potentiels comme très bons.

#### 2. Débouchés extérieurs actuels et potentiels

Contre-plaqués : Les débouchés extérieurs actuels pour les contre-plaqués sont considérés comme très bons. On croit que les débouchés extérieurs potentiels sont encore meilleurs (très bons, voire excellents).

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Les débouchés extérieurs actuels sont limités et leurs perspectives sont considérées comme très médiocres.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Il s'agit là d'un produit relativement "nouveau" et les capacités de production existantes sont encore très petites. Les débouchés extérieurs actuels sont qualifiés de médiocres et le potentiel d'exportation est considéré comme limité.

Panneaux de particules : Il est estimé que les débouchés extérieurs actuels et potentiels de tous les types de panneaux de particules sont très médiocres.

### B. Promotion nécessaire

Contre-plaqués et panneaux de fibres (panneaux durs) : on estime qu'aucune promotion n'est nécessaire pour développer les ventes de ces produits sur les marchés locaux ou extérieurs.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Ce produit étant relativement nouveau, il faut préparer et exécuter des campagnes de promotion intensives pour accroître les débouchés locaux ou extérieurs.

Panneaux de particules : Les deux types de panneaux de particules - agglomérés avec un adhésif synthétique ou un liant hydraulique - ont besoin de promotion sur le marché local. On estime que les panneaux de particules agglomérés avec un adhésif synthétique n'exigent aucune promotion sur les marchés d'exportation.

### C. Utilisations possibles

#### 1. Débouchés pour les panneaux utilisés tels quels

Contre-plaqués : La gamme des utilisations des contre-plaqués est très large.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : La gamme des utilisations de ce type de panneaux est limitée par les propriétés et caractéristiques des produits.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Le domaine d'utilisation des panneaux de fibres de densité moyenne, qui conviennent à des emplois spécialisés, est considéré comme plus étendu que celui des panneaux durs et des panneaux de particules.

Panneaux de particules : Le domaine d'utilisation est considéré comme large.

#### 2. Débouchés pour les panneaux dans les usines verticalement intégrées

Contre-plaqués : Le domaine d'utilisation est encore plus large que celui des panneaux bruts vendus en l'état.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Même accrues par l'intégration, les possibilités d'utilisation demeurent restreintes.

Panneaux de fibres de densité moyenne : les possibilités d'utilisation tendent à s'améliorer et pourraient être qualifiées de "très bonnes".

Panneaux de particules : Là encore, l'intégration verticale améliore les possibilités d'utilisation qui sont plus nombreuses que pour les panneaux mi-durs, ce qui permet de les qualifier de "très bonnes".

### 3. Souplesse d'emploi

Contre-plaqués : Ce sont les panneaux dérivés du bois qui se prêtent au plus grand nombre d'emplois : puisqu'ils peuvent être utilisés à l'intérieur et à l'extérieur.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Panneaux dérivés du bois convenant à des emplois moins variés, ils ne peuvent être utilisés qu'à l'intérieur.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Même s'ils ne peuvent être utilisés qu'à l'intérieur, les panneaux de fibres de densité moyenne se prêtent à un plus grand nombre d'emplois que les panneaux durs et conviennent à des applications aussi variées que les panneaux de particules.

Panneaux de particules : Les panneaux de particules agglomérés avec l'urée-formaldéhyde peuvent être uniquement employés à l'intérieur. Les possibilités d'emploi sont cependant assez variées.

Les utilisations des panneaux de particules à liant hydraulique sont plus restreintes; bien qu'il existe des panneaux destinés à des emplois extérieurs, ils ne peuvent être utilisés que dans la construction.

### D. Prix

Contre-plaqués : C'est là le type de panneaux dérivés du bois le plus cher.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Dans les pays excédentaires en bois, les panneaux durs sont les moins chers des panneaux dérivés du bois, après les panneaux légers à liant hydraulique.

Dans les pays déficitaires en bois qui ne fabriquent généralement pas de panneaux à liant hydraulique, les panneaux durs, même si leur prix de vente est plus élevé, restent les panneaux dérivés du bois les moins chers.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Dans les pays excédentaires en bois, les panneaux mi-durs sont les panneaux dérivés du bois les plus chers après les contre-plaqués dans les pays déficitaires en bois, qui ne fabriquent pas de contre-plaqués, ils seraient les panneaux dérivés du bois les plus chers.

Panneaux de particules : Dans des pays à excédent de bois, le prix des panneaux de particules agglomérés avec une résine synthétique se situerait entre ceux des panneaux durs et des panneaux de fibres de densité moyenne. Il en serait de même dans des pays déficitaires en bois, le niveau général des prix étant toutefois plus élevé.

Les panneaux de particules légers à liant hydraulique sont les panneaux dérivés du bois les moins chers. En revanche, le prix des panneaux de particules à forte densité, agglomérés avec un liant hydraulique est plus élevé que celui des panneaux agglomérés avec l'urée-formaldéhyde, et à peu près égal à celui des panneaux mi-durs.

On trouvera au tableau II une synthèse des considérations ci-dessus.



Tableau II

Considérations commerciales

<u>Intitulé</u>	<u>Contre-plaqués</u>	<u>Panneaux de fibres (Panneaux lurs)</u>	<u>Panneaux de fibres de densité moyenne</u>	<u>Panneaux de particules</u>
<b>A. <u>Importance du marché :</u></b>				
<b>1. Débouchés locaux</b>				
- actuels	Très bons	Bons	Limités	Bons
- potentiels	Bons	Bons	Très bons	Très bons
<b>2. Débouchés extérieurs</b>				
- actuels	Très bons/	Limités	Médiocres (?)	Très médiocres
- potentiels	Très bons excellents	Très médiocres	limités	Très médiocres
<b>B. <u>Promotion nécessaire</u></b>				
- Marché local	Néant	Néant	Effort sérieux	Effort sérieux (pour tous les types de panneaux)
- Marché d'exportation	Néant	Néant	Effort sérieux	Néant
<b>C. <u>Possibilités d'utilisation</u></b>				
1. Panneaux bruts "en l'état"	Très bonnes	Limitées	Moyennes	Bonnes
2. Panneaux améliorés	Encore meilleures que pour les panneaux bruts	Meilleures que pour les panneaux bruts, mais toujours limitées	Bonnes	Très bonnes
3. Souplesse d'emploi	Panneaux aux emplois les plus variés (intérieurs et extérieurs)	Panneaux aux emplois les moins variés (seulement intérieurs)	Meilleure que les panneaux de fibres, mais emplois moins variés que les panneaux de particules (à l'intérieur seulement)	<u>Agglomérés avec l'UF</u> emplois variés (intérieurs seulement) <u>A liant hydraulique</u> seulement dans la construction (emplois intérieurs et extérieurs)
<b>D. <u>Prix</u><sup>2/</sup></b>				
- Pays à excédent en bois	5	2	4	<u>Agglomérés avec l'UF</u> : 3 <u>A liant hydraulique</u> : légers : 1 à forte densité : 4
- Pays déficitaires en bois	s.o. <sup>10/</sup>	3	5	<u>Agglomérés avec l'UF</u> : 4 <u>A liant hydraulique</u> : s.o. <sup>10/</sup>

2/ Prix classés de 1 (les plus bas) à 5 (les plus élevés).

10/ Production locale peu probable.

III. CONSIDERATIONS TECHNOLOGIQUES  
(du point de vue des pays en développement)

A. Rendement du bois utilisé comme matière première<sup>11/</sup>

Contre-plaqués : Rendement le moins élevé parmi tous les panneaux dérivés du bois - 40 à 50 % environ. Par ailleurs, la matière première utilisée est la plus chère.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Le rendement est relativement bon, de l'ordre de 75 %.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Le rendement est très bon, de l'ordre de 90 %.

Panneaux de particules : Pour les panneaux de particules agglomérés avec un adhésif synthétique et les panneaux à forte densité à liant hydraulique, le rendement pourrait également atteindre 90 %. Il varie considérablement en fonction des matières premières utilisées pour les panneaux légers à liant hydraulique. Pour certains types de déchets, il pourrait être de 50 % seulement.

B. Niveau technologique

I. La technologie convient-elle aux pays en développement

Contre-plaqués : La technique de production de contre-plaqués est simple, elle convient particulièrement bien aux pays en développement.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : il existe deux procédés technologiques : par voie humide et voie sèche. Il existe deux systèmes de fabrication utilisant le procédé par voie humide : le système de conformation en discontinu (Deckle box) qui est simple et convient à tous les pays en développement; et le procédé continu (classique) que l'on pourrait considérer comme trop élaboré pour les pays se trouvant aux premiers stades du développement. Le procédé sec, qui est plus complexe, ne peut être recommandé qu'aux pays en développement les plus avancés.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Ce procédé relativement nouveau ne conviendrait qu'aux pays en développement plus avancés.

Panneaux de particules : Les procédés de pressage à plat, et d'agglomération avec une résine synthétique ou un liant hydraulique (pour les panneaux à forte densité) conviennent à la quasi-totalité des pays en développement. Le procédé

<sup>11/</sup> Il n'est pas possible d'indiquer des rendements pour les matières premières autres que le bois (résidus agricoles), ces rendements variant d'une matière à l'autre.

de fabrication par extrusion a été en général abandonné et n'est plus employé que dans un domaine très spécialisé : la construction de parois de séparation.

De son côté, le procédé de fabrication de panneaux légers à liant hydraulique est très simple et convient à tous les pays en développement.

## 2. Entretien de l'équipement

Contre-plaqués : l'équipement est simple et facile à entretenir.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : l'équipement utilisé pour le procédé humide est relativement simple. Les possibilités d'entretien dans les pays en développement pourraient être qualifiées de "moyennes". Le matériel utilisé pour le procédé sec est plus élaboré et, partant, plus difficile à entretenir pour la plupart des pays en développement.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Comme le matériel utilisé pour la fabrication par voie sèche de panneaux de fibres, le procédé est élaboré et l'équipement difficile à entretenir pour la plupart des pays en développement.

Panneaux de particules : L'équipement servant à fabriquer des panneaux de particules légers à liant hydraulique est très simple et, partant, facile à entretenir pour tous les pays en développement.

En revanche, le matériel utilisé pour fabriquer des panneaux de particules agglomérés avec une résine synthétique et des panneaux de particules à forte densité à liant hydraulique est relativement complexe et les possibilités d'entretien doivent être qualifiées de "moyennes".

## 3. Infrastructure industrielle nécessaire

Contre-plaqués : L'infrastructure industrielle simple qui existe dans la quasi-totalité des pays en développement suffit.

Panneaux de fibres (panneaux durs) et panneaux de fibres de densité moyenne : Il faut pour ces deux types de panneaux dérivés du bois une infrastructure industrielle de niveau "moyen".

Panneaux de particules : La fabrication de panneaux pressés à plat, de panneaux agglomérés avec une résine synthétique et de panneaux à forte densité agglomérés avec un liant hydraulique exige une infrastructure industrielle de niveau moyen.

En revanche, la fabrication de panneaux légers à liant hydraulique n'exige qu'un minimum d'infrastructure industrielle.

4. Travaux de recherche-développement: nécessaires

Contre-plaqués : La fabrication de contre-plaqués dans les pays en développement exige des travaux de R-D limités. La fabrication des autres panneaux dérivés du bois (panneaux de fibres - panneaux durs, panneaux de fibres de densité moyenne et panneaux de particules, agglomérés avec une résine synthétique ou un liant hydraulique) exige des travaux de R-D d'importance "moyenne", si l'on veut utiliser du bois comme matière première, et des travaux de R-D "d'envergure" s'il s'agit de résidus agricoles (selon le type des résidus à utiliser).

5. Fonctionnement du procédé

Contre-plaqués : La fabrication de contre-plaqués n'exige pas le travail posté.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Travailler en horaire normal n'est possible que si l'on emploie le procédé humide discontinu (Deckle box). Les autres procédés (classique ou sec) exigent la marche continue de l'usine.

Panneaux de fibres de densité moyenne : La fabrication exige le fonctionnement continu des installations.

Panneaux de particules : Les panneaux légers agglomérés avec un liant hydraulique sont les seuls panneaux de particules que l'on puisse fabriquer facilement en travaillant en horaire normal.

La fabrication en horaire normal des panneaux agglomérés avec une résine synthétique et des panneaux de forte densité à liant hydraulique est possible, mais difficile du point de vue technique et devrait être évitée dans toute la mesure du possible.

C. Seuil de rentabilité

Contre-plaqués : Comme pour tous les autres panneaux dérivés du bois, il existe deux seuils de rentabilité : l'un pour une usine ne desservant que le marché local, et bénéficiant d'une certaine protection, l'autre pour une usine capable de soutenir la concurrence sur les marchés mondiaux. Dans le premier cas, ce seuil se situe à 7 000 m<sup>3</sup> de produit fini par an, dans le second (fabrication à partir de grumes de feuillus tropicaux), il est de l'ordre de 42 000 m<sup>3</sup> de contre-plaqués.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Les chiffres correspondants sont de 15 à 20 tonnes et de 75 par jour respectivement.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Les chiffres correspondants sont de 50 à 70 tonnes et 150 tonnes par jour respectivement.

Panneaux de particules : Pour les panneaux légers agglomérés avec un liant hydraulique, les chiffres sont très faibles (1 000 à 2 000 m<sup>3</sup> par an). L'exportation de ces produits est peu probable.

En ce qui concerne les autres types de panneaux de particules (panneaux agglomérés avec une résine synthétique et panneaux de grande densité à liant hydraulique), les chiffres correspondants s'établissent à 20 à 30 m<sup>3</sup> par jour pour les usines desservant uniquement le marché local et à 150 m<sup>3</sup> (près de 200 tonnes pour les panneaux à liant hydraulique) par jour pour les usines à vocation exportatrice.

#### D. Consommation d'énergie et d'eau

##### 1. Energie électrique

Contre-plaqués : Il faut peu d'énergie pour fabriquer des contre-plaqués.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : La fabrication exige beaucoup d'énergie (c'est-à-dire plus que celle des panneaux de particules, et moins que celle des panneaux mi-durs).

Panneaux de fibres de densité moyenne : Les besoins d'énergie sont les plus élevés de tous les panneaux dérivés du bois, mais ne dépassent pas sensiblement ceux de la fabrication de panneaux durs.

Panneaux de particules : Les besoins en énergie peuvent être qualifiés de "moyens", c'est-à-dire inférieurs à ceux de la fabrication de panneaux de fibres et supérieurs à ceux de la fabrication de contre-plaqués, pour tous les types de panneaux de particules, sauf les panneaux légers agglomérés avec un liant hydraulique, qui exigent très peu d'énergie (moins que les contre-plaqués).

##### 2. Energie thermique (chauffage)

Contre-plaqués : Aucun apport extérieur d'énergie thermique n'est requis si l'usine brûle ses déchets.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Les besoins de combustibles sont élevés pour le procédé par voie humide et plus encore pour le procédé sec.

Panneaux de fibres de densité moyenne : Les besoins de combustible sont également élevés.

Panneaux de particules : Les besoins de combustible sont considérés comme "moyens" pour les panneaux de particules agglomérés avec une résine synthétique et pour les panneaux de forte densité agglomérés avec un liant hydraulique. On n'a pas besoin de combustible pour fabriquer des panneaux de particules légers agglomérés avec un liant hydraulique.

### 3. Besoins en eau

Contre-plaqués : La production n'exige que de très petites quantités d'eau.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : Dans le procédé humide, la consommation d'eau est très élevée (à moins que l'on n'ait recours à la technique élaborée du "circuit fermé", la consommation étant alors qualifiée de "moyenne"). Le procédé sec exige peu d'eau.

Panneaux de fibres de densité moyenne : La fabrication de ce produit exige aussi peu d'eau.

Panneaux de particules : La consommation d'eau est qualifiée de "faible" pour les panneaux agglomérés avec une résine synthétique et "moyenne" pour les panneaux agglomérés avec un liant hydraulique.

### E. Considérations écologiques

Contre-plaqués : La fabrication de contre-plaqués ne pose que des problèmes écologiques minimes et faciles à résoudre.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : La fabrication par voie humide de panneaux de fibres pose de très gros problèmes écologiques. S'il est fait appel au procédé sec, ces problèmes sont considérés comme "moyens".

Panneaux de fibres de densité moyenne : La fabrication de panneaux de fibres de densité moyenne pose certains problèmes écologiques; cependant, ceux-ci sont seulement considérés comme "moyens".

Panneaux de particules : Comme dans le cas des panneaux de fibres de densité moyenne, ces problèmes sont qualifiés de "moyens", lorsque l'on produit des panneaux agglomérés avec une résine synthétique et "peu importants" si l'on emploie un liant hydraulique.

On trouvera au tableau III une synthèse des considérations ci-dessus.

- 21 -  
Tableau IV

Considérations technologiques (du point de vue des pays en développement) :  
aperçu d'ensemble

<u>Intitulé</u>	<u>Contre-plaqués</u>	<u>Panneaux de fibres (Panneaux durs)</u>	<u>Panneaux de fibres de densité moyenne</u>	<u>Panneaux de particules</u>
A. <u>Rendement du bois utilisé comme matière première</u>	40 à 50 %	75 %	90 %	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : 90 % Légers, à liant hydraulique : 50 à 70 %
B. <u>Niveau technologique</u>				
1. La technologie est-elle adaptée aux pays en développement ?	Simple, convient très bien	Procédé humide, discontinu : simple, approprié. Procédé humide, classique : convient à de nombreux pays. Procédé sec : convient seulement aux pays en développement plus avancés	Convient seulement aux pays en développement plus avancés	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : convient à la plupart des pays en développement. Légers, à liant hydraulique : convient à tous les pays
2. Entretien de l'équipement	Simple	Procédé humide : moyen; Procédé sec : compliqué	Compliqué	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : moyen. Légers, à liant hydraulique : très simple
3. Infrastructure industrielle requise	Simple	Moyenne	Moyenne	Moyenne, sauf légers, à liant hydraulique (très simple)
4. Travaux de R-D nécessaires	Limitée	Matière première : bois - moyens; résidus agricoles - importants	Matière première : bois - moyens; résidus agricoles - importants	Matière première : bois - moyens; résidus agricoles - importants
5. Fonctionnement du procédé	Horaire normal possible	La fabrication doit être continue (sauf pour le procédé Deckel box)	La fabrication doit être continue	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : horaire normal difficile; légers, à liant hydraulique : horaire normal facile
C. <u>Seuil de rentabilité minimum (produit fini) :</u>				
- Marché local	7 000 m <sup>3</sup> par an	15 à 20 tonnes par jour	50 à 75 tonnes par jour	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : 20 à 30 m <sup>3</sup> par jour. 150 m <sup>3</sup> par jour. Légers, à liant hydraulique: très bas
- Marché extérieur	42 000 m <sup>3</sup> par an	75 tonnes par jour	150 tonnes par jour	s.o.
D. <u>Consommation d'énergie et d'eau</u>				
1. Energie électrique	Faible	Elevée	Très élevée	A résine synthétique; de forte densité et légers, à liant hydraulique : très faible
2. Energie thermique (chauffage)	Néant (si les déchets sont brûlés)	Procédé humide : élevée Procédé sec : encore plus élevée	Elevée	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : moyenne. Légers, à liant hydraulique : néant
3. Eau	Très faible	Procédé humide : très élevée Procédé sec : faible	Faible	A résine synthétique : faible. A liant hydraulique : moyenne
E. <u>Aspects écologiques</u>	Problèmes minimes	Procédé humide : très gros problèmes; procédé sec : problèmes moyens	Problèmes moyens	A résine synthétique : problèmes moyens; à liant hydraulique : peu de problèmes

#### IV. CONSIDERATIONS RELATIVES A LA MAIN-D'OEUVRE ET AU CAPITAL REQUIS

##### A. Main-d'oeuvre nécessaire

##### 1. Personnel national disponible et besoins de personnel étranger :

Contre-plaqués : Le personnel qualifié nécessaire pour faire marcher une usine de contre-plaqués pourrait être formé sur le tas. Le recrutement de la main-d'oeuvre non qualifiée ne devrait pas poser de problème. On n'a normalement pas besoin de personnel étranger.

Panneaux de fibres (panneaux durs) : A l'exception des électriciens et mécaniciens, tout le personnel qualifié pourrait être formé sur le tas. La main-d'oeuvre non qualifiée ne devrait pas poser de problème. Il faudrait, dans un premier temps, quelques expatriés pour faire marcher une usine utilisant le procédé par voie humide et un plus grand nombre d'étrangers pour une usine utilisant le procédé sec.

Panneaux de fibres de densité moyenne : La situation s'apparente à celle qui a été décrite pour les panneaux de fibres fabriqués selon le procédé par voie sèche ( voir ci-dessus).

Panneaux de particules : Les usines produisant des panneaux agglomérés avec une résine synthétique et des panneaux de forte densité à liant hydraulique se trouvent dans une situation analogue à celle qui a été décrite ci-dessus pour la fabrication de panneaux de fibres selon le procédé par voie humide.

Pour la fabrication des panneaux légers agglomérés avec un liant hydraulique, la main-d'oeuvre qualifiée serait formée sur le tas, le recrutement de la main-d'oeuvre non qualifiée ne posant aucun problème, et il ne serait pas nécessaire de faire appel à du personnel étranger.

##### 2. Formation nécessaire :

Il faut organiser la formation sur le tas des ouvriers qualifiés, mais aucune des usines envisagées dans le présente étude n'exige de formation à l'étranger.

##### B. Capital nécessaire pour une usine de puissance minimale

Contre-plaqués : Les besoins de capital, qui sont relativement faibles, se répartissent de façon à peu près égale entre les apports en monnaie locale et les apports en devises.



Panneaux de fibres (panneaux durs) : Les besoins de capital (ventilation approximative - 30 % en monnaie locale et 70 % en devises) sont qualifiés de "moyens", pour les deux procédés, humide et sec.

Panneaux de fibres de densité moyenne : La situation se rapproche de celle des panneaux durs, mais les besoins de capital sont plus grands, la puissance minimum étant plus élevée.

Panneaux de particules : Pour les panneaux agglomérés avec une résine synthétique, les besoins de capital, qualifiés de "faibles à moyens", se répartissent comme suit : 30 % en monnaie locale et 70 % en devises.

En ce qui concerne les panneaux de forte densité à liant hydraulique, les besoins de capital qui sont considérés comme "moyens à élevés" se ventilent de la même façon que pour les panneaux agglomérés avec une résine synthétique.

Comparés aux autres panneaux dérivés du bois, les panneaux légers agglomérés avec un liant hydraulique exigent des investissements minimes, ventilés à peu près comme suit : 20 % en monnaie locale et 80 % en devises.

On trouvera au tableau IV la synthèse des considérations relatives à la main-d'oeuvre et au capital nécessaires.

Tableau IV

Considérations relatives à la main-d'oeuvre et au capital nécessaires :  
aperçu d'ensemble

<u>Titulé</u>	<u>Contre-plaqué</u>	<u>Panneaux de fibres (Panneaux durs)</u>	<u>Panneaux de fibres de densité moyenne</u>	<u>Panneaux de particules</u>
<b>A. Main-d'oeuvre nécessaire :</b>				
<b>1. Personnel national :</b>				
- Qualifié	Formation sur le tas possible	Formation sur le tas possible (sauf pour électriciens et mécaniciens)	Formation sur le tas possible (sauf pour électriciens et mécaniciens)	Formation sur le tas possible (sauf pour électriciens et mécaniciens)
- Non qualifié	Aucun problème	Aucun problème	Aucun problème	Aucun problème
Expatriés	Normalement pas	Procédé humide : peu procédé sec : quelques-uns	Quelques-uns	A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : peu Légers, à liant hydraulique : néant
<b>2. Formation nécessaire :</b>				
- sur le tas	Oui	Oui	Oui	Oui
- A l'étranger	Normalement pas	Néant	Néant	Néant
<b>B. Capital nécessaire</b>				
Montant total	Relativement bas	"Moyen"	"Moyen"	A résine synthétique : "bas à moyen". De forte intensité, à liant hydraulique : "moyen à élevé". Légers, à liant hydraulique : très faible
				A résine synthétique; de forte densité, à liant hydraulique : légers, à liant hydraulique
En monnaie locale	± 50 %	± 30 %	± 30 %	± 30 %      ± 20 %
En devises	± 50 %	± 70 %	± 70 %	± 70 %      ± 80 %

- - - - -

