



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

07830-F

ID/223
(ID/WG.248/17/Rev.1)



ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

**LES ADHESIFS
EMPLOYES
DANS LES
INDUSTRIES
DE TRANSFORMATION
DU BOIS**

**Rapport des Journées d'études
Vienne (Autriche), 31 octobre — 4 novembre 1977**

TABLE DES MATIERES

<u>Chapitre</u>	<u>Page</u>
INTRODUCTION	3
RECOMMANDATIONS	4
I. ORGANISATION DES JOURNEES D'ETUDES	6
II. ASPECTS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DES ADHESIFS A BASE DE RESINES	7
III. UTILISATION DES PRODUITS ORGANIQUES D'ORIGINE NATURELLE	11
IV. ADHESIFS A BASE DE RESINES SYNTHETIQUES	15
V. MATERIEL NECESSAIRE A L'APPLICATION DES ADHESIFS	21
VI. METHODES ET NORMES POUR L'ESSAI DES ADHESIFS	23
 <u>Annexes</u>	
I. ORDRE DU JOUR DES JOURNEES D'ETUDES	25
II. LISTE DES DOCUMENTS	26
 <u>Figures</u>	
I. Quelques matières premières tirées du charbon	17
II. Quelques matières premières tirées du pétrole brut	18
III. Schéma de fabrication de l'urée et de la mélamine	19
IV. Procédés de fabrication des résines à base de formaldéhyde	20

INTRODUCTION

Les Journées d'études sur les adhésifs employés dans les industries de transformation du bois, organisées par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), se sont tenues à Vienne du 31 octobre au 4 novembre 1977. Il s'agissait surtout d'analyser les divers facteurs régissant la fabrication et l'emploi des adhésifs qui servent à la production des panneaux dérivés du bois et entrent pour une bonne part dans le prix de revient de ces articles, à savoir : contre-plaqués, panneaux lamellés, panneaux lattés, panneaux de particules, moulures en contre-plaqué, contre-plaqués à haute densité, contre-plaqué à âme en métal, autres produits lamellés à base de bois et tous autres produits employés dans les industries modernes de transformation du bois (charpentes industrialisées, lamellés-collés, meubles, menuiserie, etc.); les participants devaient pour cela :

- a) Déterminer les besoins minimums de la production d'adhésifs;
- b) Déterminer si les produits naturels existant dans les pays en développement pourraient servir à la production d'agents de liaison permettant de remplacer dans une certaine mesure les résines synthétiques importées à grands frais, et recommander les recherches à faire à l'avenir en ce domaine;
- c) Evaluer les diverses méthodes d'application des colles qui pourraient être employées dans les pays en développement;
- d) Recommander pour ces produits l'adoption du contrôle de la qualité et l'application de normes.

Les Journées d'études ont réuni des participants de pays développés et de pays en développement qui ont rassemblé des données sur ces questions et ont établi des directives générales pour que l'ONUDI les diffuse dans les pays en développement, auprès des investisseurs éventuels, des industriels, des organismes de financement, des organismes gouvernementaux et des autres organismes normatifs, de façon à créer dans ces pays des industries de transformation du bois économiquement viables. La diffusion de ces renseignements a été jugée nécessaire par les participants à la Consultation mondiale sur les panneaux dérivés du bois, réunie par la FAO en février 1975 à New Delhi (Inde), qui avaient estimé que ces renseignements permettraient aux pays en développement d'employer au maximum leurs produits naturels sous forme de liants ou d'allonges destinés à cette industrie, et d'étudier la meilleure façon de les employer ou même de les fabriquer localement pour compléter la gamme des produits de synthèse.

Ces Journées d'études ont fait suite à la Réunion d'experts sur la fabrication de panneaux à partir de résidus agricoles que l'ONUDI a organisée à Vienne en décembre 1970 afin d'aider ceux de ces pays qui, bien qu'ils n'arrivent pas à suffire à leurs propres besoins en bois et en produits dérivés du bois, disposent d'importantes quantités de déchets agricoles et de matières ligno-cellulosiques autres que le bois.

RECOMMANDATIONS

Les recommandations des Journées d'études ont été regroupées ci-dessous selon leurs destinataires.

Industrie

1. Des études de faisabilité complètes devraient précéder toute décision d'investissement relative à la création d'installations de production d'adhésifs dans les pays en développement.

Instituts de recherche

2. Dans les pays qui produisent ou qui pourront éventuellement produire du tanin, les industries fabriquant du tanin, des adhésifs à base de résines, des contre-plaqués et des panneaux de particules devraient mettre au point des résines formaldéhyde-tanin tirées de l'acacia, du châtaignier, du palétuvier, du quebracho, du cocotier et de divers autres extraits, de façon que le projet bénéficie d'un maximum de connaissances techniques.
3. Il conviendrait de se préoccuper davantage de la mise au point de procédés de conservation du contre-plaqué.
4. Des méthodes normalisées pour mesurer la teneur en formaldéhyde, tant dans l'air que dans les panneaux ligno-cellulosiques, devraient être mises au point et des mesures appropriées devraient être prises pour généraliser leur application.

Gouvernements

5. Pour réduire les effets du coût des adhésifs à base de résines employés dans la fabrication des panneaux ligno-cellulosiques et accroître de ce fait leur utilisation dans les logements à bon marché et dans les meubles, les mesures suivantes devraient être prises :

a) Réduire les droits d'importation sur les adhésifs à base de résines, les tanins et les durcisseurs dans les cas où il n'existe localement aucune fabrique de résines;

b) Encourager au maximum les investissements, en appliquant les dispositions prévues par la législation locale, pour faciliter la création de fabriques d'adhésifs dans les pays en développement parce que, bien que la fabrication d'adhésifs exige de gros capitaux, leur production locale contribuera au développement de l'industrie du contre-plaqué, qui exige une abondante main-d'oeuvre.

6. Les organismes nationaux de normalisation et l'Organisation internationale de normalisation (ISO) devraient s'assurer que les normes relatives aux produits à base de bois collé n'excluent pas l'emploi des résines formaldéhyde-tanin et d'autres produits naturels pour des raisons autres que leur plus ou moins grande efficacité.

ONUUDI

7. Sur la demande des intéressés, l'ONUUDI devrait accorder son assistance technique aux pays qui produisent ou pourront produire du tanin, pour qu'ils puissent se documenter et se procurer de bonnes résines formaldéhyde-tanin tirées de l'acacia, du châtaignier, du palétuvier, du quebracho, du cocotier et de divers autres extraits.

8. L'ONUUDI devrait organiser dans les cinq ans des journées d'études exclusivement consacrées aux adhésifs fabriqués à partir de produits naturels. Elle devrait en outre, dès maintenant, assurer la coordination des recherches effectuées dans ce domaine. Les laboratoires qui participent à ces recherches devraient lui soumettre à la fin de chaque année, un rapport sur l'avancement de leurs travaux. Il conviendrait que l'ONUUDI communique ces renseignements à tous les intéressés.

9. L'ONUUDI devrait faire faire une étude de l'ensemble de la question des allonges et des charges.

10. L'ONUUDI devrait encourager et aider les pays en développement qui, n'ayant pas assez de bois et de déchets de bois, s'efforcent d'employer des matières premières de substitution non encore utilisées, telles que la balle de riz, les enveloppes de noix de coco et la paille, pour lesquelles des études particulières de recherche et de développement sont nécessaires.

11. L'ONUUDI devrait établir une liste des spécifications et des méthodes d'essais publiées par les divers pays, et la diffuser comme complément au rapport des Journées d'études. Cette liste devrait comprendre un glossaire (en anglais) des termes employés dans l'industrie du bois collé.

I. ORGANISATION DES JOURNEES D'ETUDES

1. M. M. Aref, Chef de la Section des agro-industries de l'ONUDI, a ouvert les Journées d'études en souhaitant la bienvenue aux participants et en rappelant les dispositions de la Déclaration et du Plan d'action de Lima concernant le développement et la coopération industriels^{1/} qui traitent plus particulièrement du développement de l'industrie de transformation du bois.
2. Les 23 participants aux Journées d'études venaient des pays suivants : Allemagne (République fédérale d'), Argentine, Australie, Ghana, Inde, Kenya, Malaisie, Mexique, Nouvelle-Zélande, Norvège, Paraguay, Philippines, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Suisse, Turquie et Yougoslavie. Les Journées d'études ont réuni, à titre personnel et non en qualité de représentant de leur gouvernement, des personnes occupant des fonctions de direction ou de responsabilité dans l'industrie des panneaux dérivés du bois, des fabricants d'adhésifs, des spécialistes détachés par des fabricants d'adhésifs et des scientifiques appartenant à des instituts de recherche spécialisés dans le bois et les adhésifs.
3. Treize observateurs aussi qualifiés que les participants ont assisté aux Journées d'études et y ont pris une part active. Ils venaient des pays suivants : Allemagne (République fédérale d'), Autriche, Etats-Unis d'Amérique, Finlande, Indonésie, Malaisie, Norvège, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et Suisse.
4. M. J. George a été élu Président et M. J.C. Scharenberg, Vice-Président et Rapporteur, tandis que M. A.V. Bassili et M. H. Eldag, du Secrétariat de l'ONUDI, faisaient fonction de secrétaires des Journées d'études. Les participants dont les noms suivent ont animé les débats :

Point de l'ordre du jour

M. J.C. Scharenberg

- Aspects économiques de la production des :
- a) Adhésifs à base de résines synthétiques
 - b) Résines tirées de produits naturels

M. K.F. Plomley

- Utilisation des produits organiques d'origine naturelle :
- a) Recherches antérieures
 - b) Applications industrielles

^{1/} Transmis à l'Assemblée générale par note du Secrétaire général (A/10112).

M. J. Reinhardt

Applications industrielles des adhésifs synthétiques :

- a) Panneaux à base ligno-cellulosique
- b) Lamellés-collés et charpentes industrialisées
- c) Menuiserie et fabrication des meubles

M. S. Senn

Matériel destiné à :

- a) L'application des adhésifs prêts à l'emploi
- b) L'amalgame des liants et des particules
- c) L'application des adhésifs

M. J. George

Méthodes et matériel pour les essais d'adhésifs.

5. L'ordre du jour reproduit à l'annexe I a été adopté à l'unanimité. Douze documents ont été spécialement établis pour les Journées d'études (voir annexe II). La langue de travail de la réunion était l'anglais.

II. ASPECTS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DES ADHESIFS A BASE DE RESINES

6. Les deux documents préparés pour l'examen de cette question ont été présentés par leurs auteurs. Ces documents étaient les suivants : "Economics of production of synthetic resin adhesives" par J. George (document ID/WG.248/3) et "Economic aspects of tannin extracts as wood adhesive binders" par J.C. Scharenberg (ID/WG.248/7)^{2/}. Les principaux points mis en évidence au cours de la discussion sont exposés ci-après.

7. Dans les pays en développement, la rentabilité de la fabrication des adhésifs à base de résines destinés à l'industrie des panneaux ligno-cellulosiques dépend des connaissances techniques concernant les matières premières, de l'existence d'un marché intérieur et d'un marché d'exportation pour les produits finis et de dépenses d'investissement en rapport avec les marchés existants.

Considérations techniques

8. Les principales résines employées dans l'industrie de transformation du bois sont les suivantes :

^{2/} Voir annexe II. Un autre document publié par l'ONUJI traite des adhésifs à base de résines synthétiques : A.G. Seljestad, "Synthetic resin adhesives. A survey of production techniques and world trade" (ID/WG.83/8).

Formaldéhyde-urée (FU)
Formaldéhyde-phénol (FP)
Formaldéhyde-mélatamine/urée (FM/U)
Formaldéhyde-résorcine (FR)
Formaldéhyde-phénol/résorcine (FP/R)

Ces produits se fabriquent dans les mêmes récipients et selon des réactions à peu près identiques. Les adhésifs à base d'acétate de polyvinyle, de thermo-fusibles, d'époxydes, d'acryliques, d'isocyanide, de caoutchouc, etc., n'ont pas été étudiés au cours de la discussion parce qu'ils sont peu employés.

9. Les résines FU servent à la fabrication des panneaux de particules et de contre-plaques employés à l'intérieur (meubles, portes, etc.); les résines FP sont destinées à être employées à l'extérieur (revêtements de murs, coffrages à béton, etc.); les résines FM/U sont employées pour les usages semi-extérieurs (murs, terrasses en partie protégées), lorsqu'un agglomérant parfaitement résistant à l'eau n'est pas indispensable; les résines FR sont des adhésifs résistants à l'eau qui sont employés à froid pour le travail du bois.

10. Les principales matières premières employées pour la fabrication des adhésifs à base de résines sont l'urée, le phénol, la mélatamine et la résorcine, qui sont obtenus par procédé pétrochimique, et le formaldéhyde, qui est obtenu par oxydation et/ou déshydrogénation du méthanol, autre produit de la pétrochimie. (Voir au chapitre IV les schémas de fabrication). L'urée, le phénol, la mélatamine et la résorcine peuvent être considérés pour la fabrication des résines comme étant des solides à 100 %, tandis que le formaldéhyde peut être obtenu sous une forme solide contenant jusqu'à 98 % d'éléments actifs ou en solution contenant jusqu'à 55 % d'éléments actifs, ou encore sous forme de concentré FU contenant jusqu'à 85 % d'éléments actifs.

11. D'autres matières premières peuvent encore être employées :

- a) Produits naturels réagissant au contact du formaldéhyde (tanins, etc.);
- b) Charges inertes (farine de blé, farine de coquille de noix et d'enveloppe de cocotier, poudre de bois, etc.);
- c) Durcisseurs et retardateurs chimiques.

Quand l'installation d'une usine de résines est envisagée, il suffit de prévoir la fabrication de résines FU et FP car elles représentent à elles seules plus de 95 % des résines employées pour la fabrication des panneaux ligno-cellulosiques.

Débouchés

12. Les pays en développement qui envisagent de fabriquer localement des résines devront tenir compte des débouchés possibles, qu'il s'agisse du marché intérieur ou du marché d'exportation. Les résines qu'ils fabriqueront seront presque exclusivement vendues sur le marché intérieur, tandis que les contre-plaqués et les panneaux de particules pourront être vendus localement ou exportés.

13. La fabrication d'une tonne de panneaux de particules, ébarbés et poncés, exige approximativement de 60 à 100 kg de résine FU à 100 % d'éléments solides, ou 60 à 120 kg de résine FP à 100 % d'éléments solides. Pour la fabrication de panneaux à gros éclats (waferboards) et de panneaux à base de copeaux longs, la quantité correspondante de résine phénolique est approximativement la moitié de la quantité mentionnée ci-dessus, mais son prix unitaire est beaucoup plus élevé.

14. Pour les contre-plaqués, il est beaucoup plus difficile de donner une idée de la consommation moyenne de résines, car elle varie pour chaque panneau selon le nombre des plans de collage, l'épaisseur des plis, la quantité de charges employées et le type de bois. Peut-être peut-on indiquer que l'on emploie en général des feuilles de 4 mm d'épaisseur (fabrication à trois plis) pour faire des contre-plaqués collés à la résine FU et que l'on emploie des feuilles de 12 mm (fabrication à cinq plis) pour des contre-plaqués collés à la résine FP. Dans ces conditions, la consommation moyenne de résines solides à 100 % sera approximativement de 20 à 25 kg par m³ pour les contre-plaqués à trois plis collés avec des résines FU à 100 % de charge, tandis qu'elle sera vraisemblablement de 20 à 30 kg de résines solides à 100 % pour les contre-plaqués à cinq plis collés avec des résines FP à 20 % de charge.

15. Dans chaque pays, on se servira de ces données pour déterminer les débouchés offerts à la fabrication des résines en faisant une étude de marché sur les panneaux de particules et les contre-plaqués.

Matières premières

16. Les pays à marché exigü trouveront sur place très peu, voire pas du tout, de matières premières pour fabriquer des résines, et il leur faudra donc importer ces dernières de pays plus développés.

17. Les prix généralement pratiqués en novembre 1977 étaient les suivants : paraformaldéhyde, 700 dollars des Etats-Unis la tonne f.o.b.; formaline, solution à 37 %, 120 dollars la tonne f.o.b. (équivalent à 300 dollars pour une concentration de paramaldéhyde à 92 %); concentré FU (à 80 %), 160 dollars la tonne f.o.b.

18. Pour les autres matières premières, les prix s'établissaient approximativement comme suit :

	(Dollars par tonne)
Urée	130
Phénol	500
Tanin (quebracho et acacia)	450-500

Les résines FU et FP, en poudre, se vendaient approximativement 400 dollars et 700 dollars la tonne respectivement.

19. Tout projet de fabrication de résines sera établi compte tenu des facteurs suivants :

- a) Différence entre les droits d'importation sur les adhésifs à base de résines et sur les matières premières destinées à leur production;
- b) Taux de fret pratiqués pour les matières premières anhydres et les adhésifs à base de résines livrés en poudre;
- c) Comparaison entre les techniques plus ou moins poussées qu'exige la fabrication des résines et le coût des installations;
- d) Possibilité d'employer des techniques appropriées et une main-d'oeuvre qualifiée pour installer l'usine de production de résines, faire connaître le produit parmi les utilisateurs et assurer à ces derniers un service technique;
- e) Complications dues au transport de produits chimiques dangereux, comme le formaldéhyde et le phénol;
- f) Difficultés liées à l'achat des diverses matières premières nécessaires;
- g) Economies d'échelle.

20. Les matières premières synthétiques peuvent être en partie remplacées par des tanins naturels si la rentabilité de l'opération est démontrée par une étude comparative des coûts et des possibilités d'approvisionnement à l'endroit envisagé. Les tanins peuvent servir d'accélérateurs de durcissement pour les résines phénoliques employées dans la fabrication des contre-plaqués.

Investissements

21. La taille d'une usine destinée à la production d'adhésifs à base de résines peut varier selon les débouchés offerts aux produits finis. Elle dépendra également du coût des matières premières disponibles, des dépenses de main-d'oeuvre et des

investissements en capital fixe, par rapport au coût des importations d'adhésifs à base de résines. Ce dernier comprendra des taxes et droits dont l'augmentation viserait à protéger l'industrie locale et/ou accorder un traitement préférentiel aux matières premières.

22. Etant donné que le coût de l'usine variera dans une très large mesure, il est impossible de donner le moindre chiffre. Chaque cas devra être évalué en tenant compte des conditions locales et des besoins. Les petites usines de résines peuvent travailler dans d'excellentes conditions en utilisant le paraformaldéhyde ou un concentré FU importés d'outre-mer, et/ou de la formaline à 37 %, importée des pays voisins par la route. Pour de grandes usines de résines, le transport de ces produits en plus grosse quantité serait si coûteux que la rentabilité de la production ne pourrait pas être assurée, de sorte qu'il vaudrait mieux installer une usine de formaldéhyde dont les coûts de production seraient inférieurs au prix des résines importées. On peut envisager de construire une usine de formaldéhyde d'une capacité annuelle de 300 à 10 000 tonnes, mais le coût de son installation variera selon le procédé choisi.

III. UTILISATION DES PRODUITS ORGANIQUES D'ORIGINE NATURELLE

23. Les participants ont été saisis de deux documents - "Review of past research on utilization of naturally occurring organic products as replacement of synthetic phenolics in wood adhesives" par E. Kulvik (ID/WG.248/2) et "The formulation and industrial application of naturally occurring polyphenol (tannin) adhesives in the wood based panel industry" par K.F. Plomley (ID/WG.248/6) - et d'une bibliographie annotée, qui traitaient de l'utilisation des produits organiques d'origine naturelle dans la fabrication des liants destinés à la transformation du bois. Les points exposés dans le premier document sont les suivants :

a) On disposera probablement dans un avenir rapproché de quantités de méthanol siffisantes. Par contre, les approvisionnements en phénol et en résorcine paraissent à long terme plus aléatoires parce que le benzène sert de plus en plus à d'autres utilisations.

b) L'adjonction de produits d'origine naturelle aux résines synthétiques pourra peut-être à long terme faciliter les approvisionnements en phénol destiné à la fabrication des adhésifs. L'augmentation des prix du phénol et de la résorcine, jointe à la pénurie de ces produits synthétiques qui sévit dans le monde de façon intermittente, a stimulé la recherche de produits naturels, tirés de matières à bas prix

et d'origine autre que la pétrochimie, pour remplacer certains produits entrant dans la fabrication des adhésifs employés dans les industries de transformation du bois.

c) On signale de temps à autre que la mise au point d'adhésifs phénoliques tirés de produits naturels fait l'objet de recherches. Ces produits d'origine naturelle comprennent notamment :

- Les polyphénols tirés industriellement des tanins d'origine végétale;
- Les polyphénols tirés d'autres extraits de bois et d'écorce;
- La lignine existant notamment dans les lessives de sulfite usées.

L'utilisation de tous ces produits a été proposée pour remplacer en totalité ou en partie le phénol des adhésifs FP qui sont employés dans l'industrie du contre-plaqué et des panneaux de particules. On a également envisagé d'utiliser certains de ces produits naturels pour remplacer la résorcine des adhésifs à base de résorcine et pour accélérer le durcissement des adhésifs FP.

d) Le remplacement des phénols synthétiques par des produits phénoliques naturels, tirés notamment de divers extraits tannants, est couramment employé par les fabricants d'un certain nombre de pays, qui en tireraient des avantages économiques non négligeables. Tout pays consommateur d'adhésifs qui dispose de ses propres ressources bénéficie d'une situation avantageuse, qu'il s'agisse de son produit intérieur ou de sa balance des paiements. Etant donné que beaucoup de pays en développement disposent de produits naturels pour produire des phénols, il faudrait s'efforcer d'identifier ces produits et de déterminer s'ils peuvent servir à remplacer partiellement les phénols synthétiques.

e) Bien que les caractéristiques des adhésifs tirés des lessives de sulfite épuisées correspondent à certaines normes régissant la fabrication du contre-plaqué et des panneaux de particules, on a fait valoir que les tanins se prêtaient beaucoup mieux que les produits à base de lignine au remplacement des phénols et des résorcines synthétiques.

f) Bien qu'il ait de moindres possibilités de remplacement que certains tanins concentrés, le tanin tiré du châtaignier peut remplacer avantageusement le phénol. Si l'on se reporte à la norme britannique BS 1455 (1972) régissant le collage des panneaux dérivés du bois, il n'est pas possible de remplacer plus de 50 % des phénols synthétiques entrant dans la composition d'une résine alcaline FP, telle qu'on l'emploie dans la fabrication du contre-plaqué. En Malaisie, l'industrie

du contre-plaqué fabriqué, dans les mêmes conditions que la résine normale, une résine modifiée par un apport de tanin tiré du châtaignier. Cette résine est en outre un accélérateur peu coûteux et efficace pour le durcissement des résines EP.

24. Pendant la discussion, les participants se sont intéressés à l'emploi du tanin tiré du palétuvier dans la fabrication des adhésifs. Les travaux antérieurs ont démontré que cette méthode se prêtait à la fabrication d'adhésifs destinés aux contre-plaqués bien que le coût de la préparation soit vraisemblablement plus élevé que pour le tanin tiré de l'acacia, parce qu'il faut augmenter la proportion de résine pour améliorer le pouvoir collant du produit. En outre, la viscosité des extraits industriels a l'inconvénient d'être variable.

25. On a signalé que l'on employait industriellement en Argentine du tanin tiré du quebracho pour remplacer 50 % environ du phénol synthétique entrant dans la composition des résines phénoliques bien que cet extrait exige encore des travaux de recherche. Le tanin tiré du quebracho est employé industriellement en Finlande pour accélérer le durcissement des adhésifs à base de résine phénolique employés dans la fabrication du contre-plaqué.

26. Voici deux des points exposés dans le second document :

a) La possibilité d'employer des tanins concentrés pour remplacer le phénol et la résorcine entrant dans la composition des adhésifs à bois est reconnue depuis pas mal d'années, et on dispose depuis plus de 25 ans déjà d'une énorme masse de renseignements sur les propriétés des tanins et sur la préparation de produits adhésifs à base de tanin. Ces recherches ont abouti à la production industrielle d'adhésifs à bois à partir d'extraits d'écorce d'acacia et d'extraits de bois de quebracho.

b) Les adhésifs à base de tanin industriel tiré de l'acacia ont été employés pour la première fois en Australie en 1960 pour fabriquer des contre-plaqués de qualité extérieure et en 1969 pour fabriquer des panneaux de particules. Des méthodes ont été mises au point en laboratoire pour faire durcir à froid, à chaud et par chauffage à haute fréquence les adhésifs destinés aux bois lamellés. La prise à chaud a été employée industriellement en Afrique du Sud. Le tanin tiré de l'acacia est maintenant employé industriellement pour remplacer la résorcine des adhésifs à base d'amidon et résistants à l'eau que l'on emploie dans ces deux pays pour fabriquer des panneaux ondulés. Pour les panneaux de particules, les adhésifs à base d'extrait de quebracho ont été industriellement employés en Argentine.

D'autres points exposés au cours de la discussion sont indiqués dans les paragraphes suivants.

27. Une usine pilote a été installée en Nouvelle-Zélande pour produire des extraits d'écorce de *Pinus radiata*, particulièrement destinés aux adhésifs. Les tanins concentrés servent également à accélérer le durcissement des adhésifs à base de résine phénolique qui remplacent la résorcine.

28. Les adhésifs à base de tanin d'acacia servent à remplacer les adhésifs FP et FR. Ces produits ont remarquablement supporté les essais de résistance à l'extérieur et les essais accélérés de résistance aux intempéries; en outre, ils sont conformes aux normes en vigueur qui ont été établies d'après les propriétés des adhésifs à base de résines synthétiques. Les contre-plaqués et les panneaux de particules collés avec des adhésifs à base de tanin d'acacia sont conformes aux spécifications en vigueur et ils résistent notamment à l'immersion dans l'eau bouillante pendant 72 heures^{3/}.

29. Des essais de résistance aux intempéries ont été faits pendant 15 ans sur des panneaux de contre-plaqué collés avec des adhésifs à base de tanin d'acacia sans que l'on ait enregistré aucun défaut de liaison. Des panneaux de particules collés industriellement avec des adhésifs formaldéhyde-tanin (FT) tirés de l'acacia ont été soumis à des essais de vieillissement accéléré en même temps que des panneaux collés avec des résines FP et des résines FU. Au cours d'un essai consistant à laisser tremper des panneaux pendant 24 heures dans de l'eau à 40° C et à les laisser sécher pendant six jours, l'opération étant répétée 15 fois, les panneaux collés avec des résines FT ont résisté aussi bien que les panneaux collés avec des résines FP, la résistance des uns et des autres étant très supérieure à celle des panneaux collés avec des résines FU. Les adhésifs FT et les adhésifs FP ont résisté de la même façon à trois années d'exposition en atmosphère humide à 38° C.

30. S'agissant des réactions des adhésifs du bois en atmosphère humide, les adhésifs à base de tanin diffèrent des adhésifs à base de résine FP. La réussite de l'emploi des adhésifs à base de tanin dépend dans une très large mesure de la compréhension de cette caractéristique. Comparés aux résines FP, ces adhésifs perdent plus rapidement leur humidité au contact du bois et le minimum d'humidité pour leur traitement dans la presse chauffante est plus élevé. Cette particularité peut avoir des effets non négligeables à tous les stades de l'encollage, parce qu'elle influe sur la répartition de la colle, l'adhésion au prépressage et la qualité de l'agglomération. On peut compenser cet inconvénient par de petites modifications de dosage et par une surveillance rigoureuse de l'encollage, de l'assemblage et du pressage.

^{3/} Standards Association of Australia (1963) - AS 087 contre-plaqué pour usage extérieur.

Standards Association of Australia (1976) - AS 1859 panneaux de particules fabriqués à la presse.

31. A l'heure actuelle, l'utilisation des adhésifs à base de tanin est plus limitée par le coût que par l'absence de techniques et d'extraits appropriés. Cette situation est vraisemblablement appelée à se modifier, surtout à cause de la raréfaction des produits pétroliers. Il est recommandé de poursuivre les recherches sur l'amélioration des procédés d'agrégation à partir des tanins existants, ainsi que sur la découverte de nouveaux tanins ayant des propriétés intéressantes. Il faudrait aussi échanger des renseignements, surtout avec les pays en développement et avec les pays où pourraient être créées d'autres usines d'extraction et où les conditions économiques se prêteraient le mieux à l'utilisation des adhésifs à base de tanin.

32. Les participants ont pris bonne note du document intitulé "Annotated Bibliography on the Research done on the Use of Naturally Occuring Adhesives for Wood Processing Industries" rédigé par M. J. George (ID/WG.248/5)^{4/}. Il leur a été demandé de faire connaître au Secrétariat de l'ONUDI toutes les publications récentes qui pourraient figurer dans un additif à ce document ou dans une bibliographie à jour que l'ONUDI publierait en s'inspirant des mêmes principes.

IV. ADHESIFS A BASE DE RESINES SYNTHETIQUES

33. Cette question a fait l'objet de trois documents qui ont été discutés pendant la réunion : "Industrial application and formulation of synthetic resin adhesives in the wood based panel industry" par J. Reinhardt (ID/WG.248/9), "Formulation and industrial application of synthetic resin adhesives in the gluelam beam and timber engineering industry" par H.C. Kolb (ID/WG.248/10) et "Formulation and industrial application of synthetic resin and special adhesives used in the joinery and furniture industries and other specialized wood products" par E.J. van der Straeten et T.I. Mynott (ID/WG.248/4)^{5/}. Les principaux aspects de la question sont résumés ci-dessous.

34. Les usines de panneaux de particules et de contre-plaques absorbent à l'heure actuelle la majeure partie des adhésifs synthétiques à base de formaldéhyde. Ces adhésifs sont fabriqués à partir de matières premières fournies par l'industrie pétrochimique, sauf dans le cas de l'urée et de la mélamine. Les figures I à IV montrent les diverses phases de transformation de ces produits, depuis la matière première jusqu'aux résines à base de formaldéhyde. On voit dans ces schémas que

^{4/} Voir également : H. Augustin, "Annotated bibliography on the utilization of agricultural residues and non-wood fibrous material for the production of panels" (ID/WG.83/16).

^{5/} Les autres documents de l'ONUDI traitant cette question sont : J. Mevilvoto, "The use of glues and other adhesives in furniture and joinery" (ID/WG.105/26/Rev.1) et J. Reinhardt, "Adhesives for wood" (ID/WG.200/3).

L'approvisionnement en matières premières ne soulève que peu ou pas de difficultés, particulièrement dans les régions où les livraisons de gaz naturel et de pétrole brut ne posent aucun problème. Toutefois, la réduction des disponibilités en pétrole brut et, à un moindre degré, en charbon peut entraîner une pénurie de matières premières. Les prix mondiaux des matières premières dépendent du prix des approvisionnements en pétrole. La demande de pétrole brut augmente constamment et risque de dépasser l'offre. On estime que l'industrie chimique absorbe actuellement moins de 5 % de la production mondiale de pétrole brut. Etant donné que les disponibilités en matières premières varient selon leur prix, il suffirait que les prix des résines soient fixés de façon réaliste pour que les fabricants de résines synthétiques puissent s'approvisionner en matières premières malgré la concurrence. Si ces prix n'étaient pas fixés de façon réaliste, la grosse industrie chimique écoulerait ses matières premières vers d'autres débouchés pour améliorer la rémunération de son capital, ce qui se répercuterait défavorablement sur les livraisons et les prix des résines à base de formaldéhyde. Dans ces conditions, il faut trouver d'autres matières premières pour alimenter en adhésifs les industries de transformation du bois.

35. L'emploi de la cire (fondue ou en émulsion) dans la fabrication des panneaux de particules peut se justifier parce que cette adjonction améliore les propriétés hydrofuges des panneaux. La cire fondue peut aussi contribuer à fixer les particules de résine sur les flocons des panneaux, et les émulsions de cire provoquent généralement un certain "ripage" dans les mélangeurs de résine et sur les transporteurs, dans les postes de conformation et sur les tôles.

36. Le traitement de conservation des panneaux a un double but :

- a) Protection contre les insectes ;
- b) Protection contre les champignons.

La protection peut être obtenue par les procédés suivants :

- a) Traitement des placages ou des particules avant l'application des adhésifs;
- b) Incorporation aux adhésifs des produits de protection;
- c) Traitement des panneaux après collage et finition.

Aucun procédé ne peut régler tous les problèmes de protection des contre-plaqués et des panneaux de particules.

37. Des adjuvants sont employés pour améliorer la résistance des panneaux de particules aux insectes et aux champignons. En République fédérale d'Allemagne, par exemple, on dispose de cinq produits de conservation, agréés par l'Institut fédéral des essais de matériaux (Berlin), pour protéger les panneaux de particules contre les champignons.

Figure I -- Quelques matières premières tirées du charbon

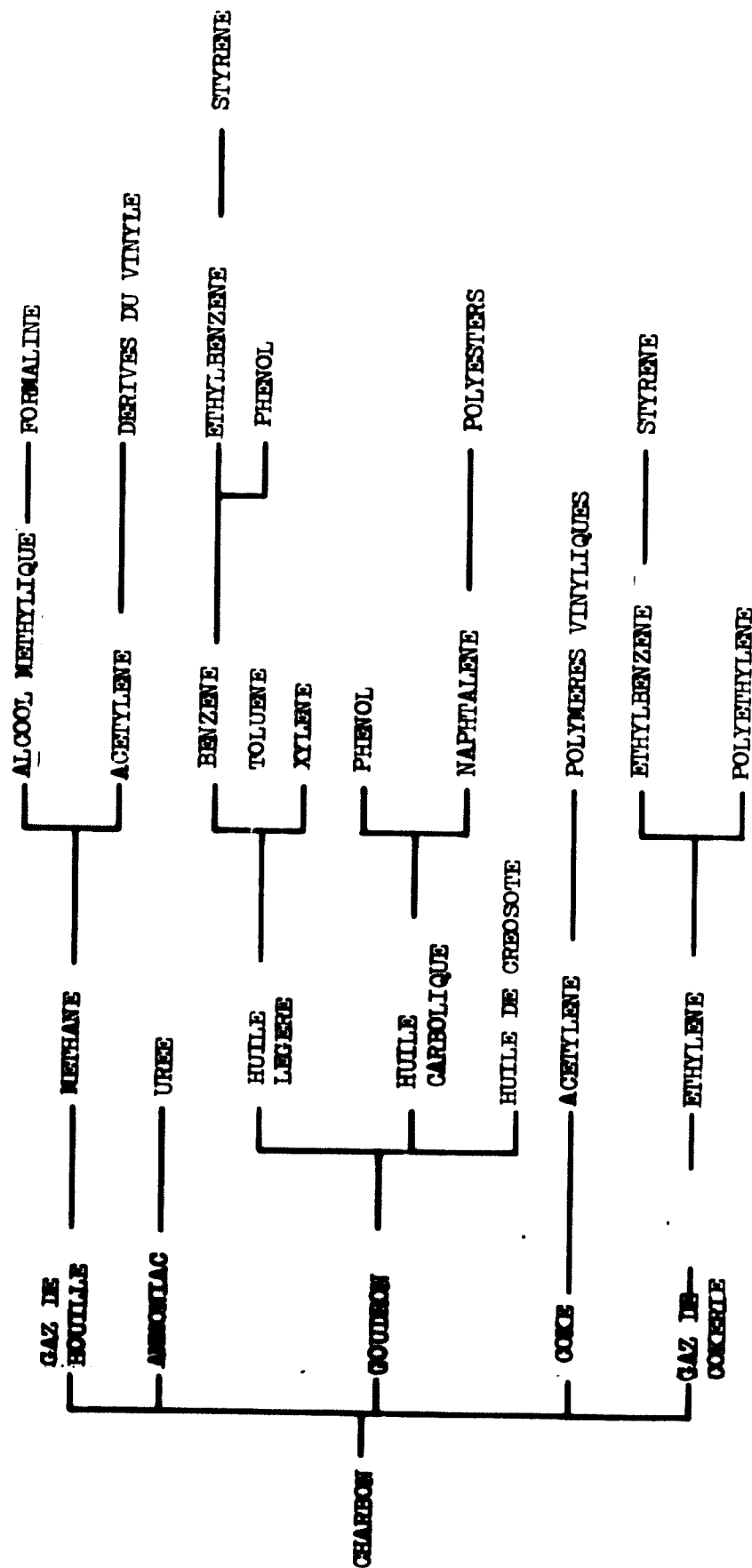


Figure II - Quelques matières premières tirées du pétrole brut

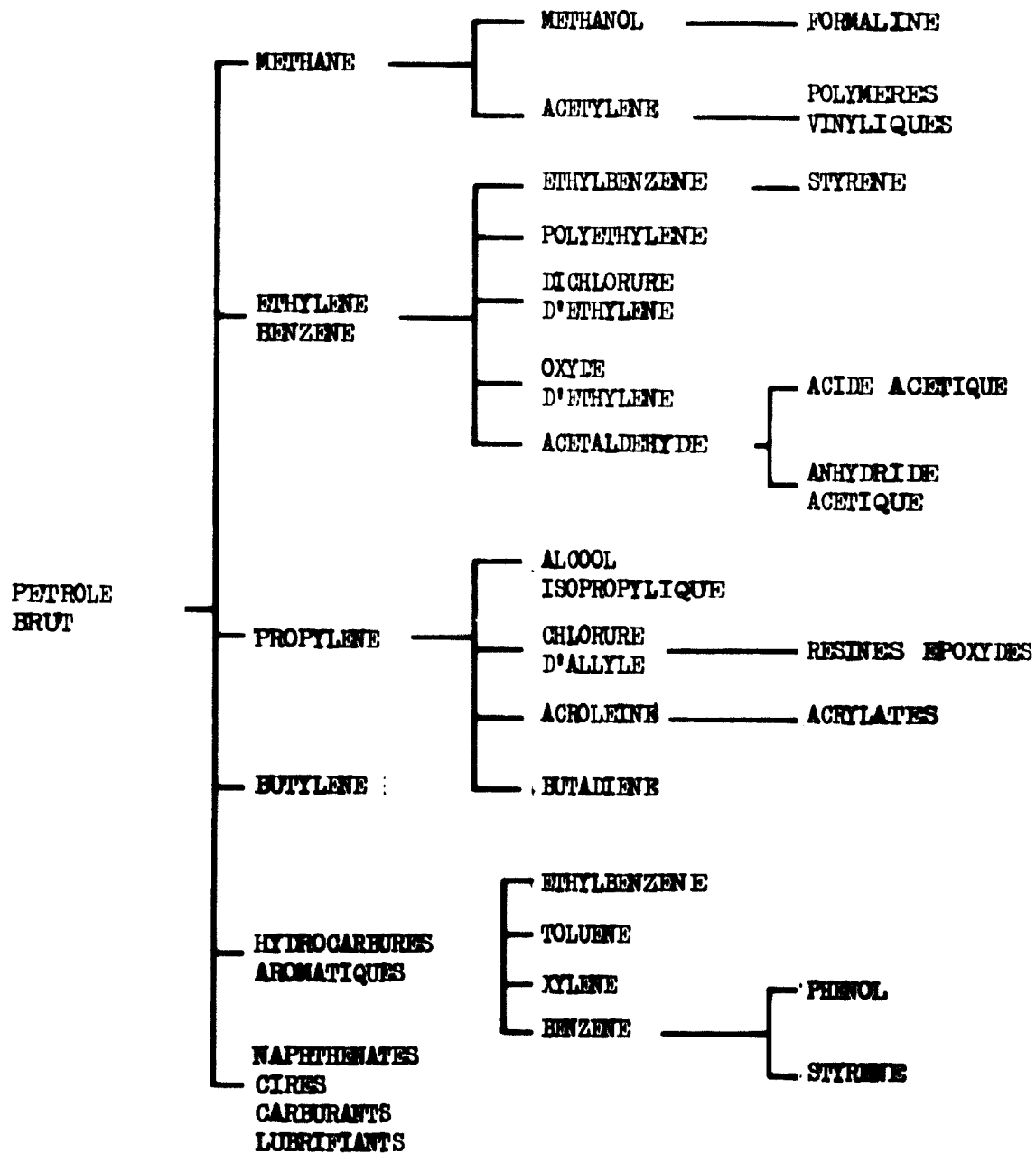


Figure III - Schéma de fabrication de l'urée et de la mélamine

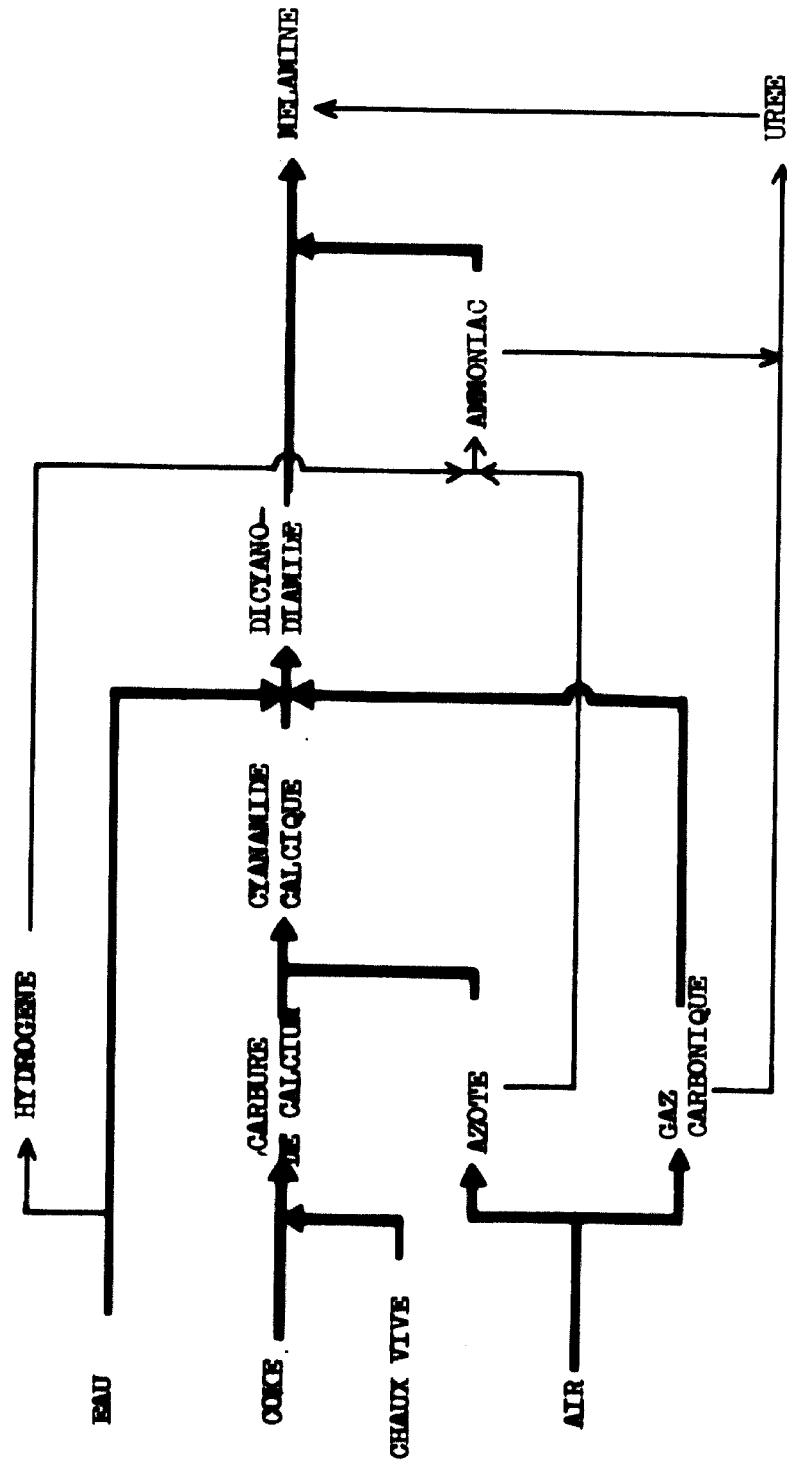
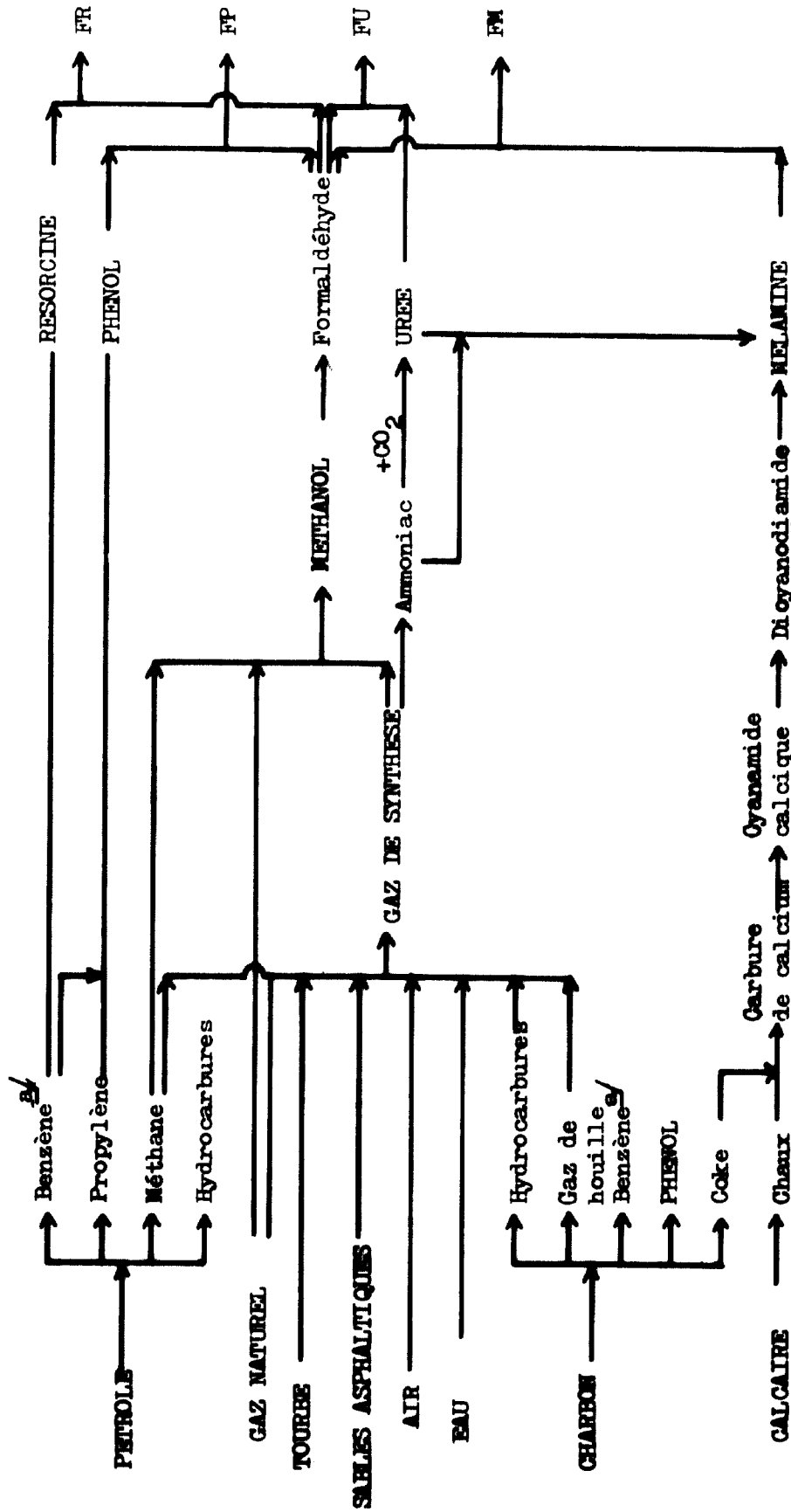


Figure IV - Procédés de fabrication des résines à base de formaldéhyde



a/ Quelle que soit son origine, le benzène peut servir à produire du phénol et de la résorcine.

38. Le traitement des contre-plaquéés est plus difficile. Beaucoup de travaux ont été faits par l'Organisation de la recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO) en Australie, le laboratoire des produits forestiers du Royaume-Uni et les fabricants de produits de conservation. Mais le produit idéal remplissant toutes les conditions requises (compatibilité des adhésifs, protection contre tous les risques et conformité avec toutes les législations sur la toxicité des produits de conservation) n'a pas encore été mis au point. Il faudrait donc accorder plus d'attention à cette question.

39. L'attention des participants a été attirée sur les préoccupations que suscitent de plus en plus les vapeurs de formaldéhyde qui se dégagent des panneaux ligno-cellulosiques. Certains participants ont déclaré que le formaldéhyde était dangereux pour la santé, voire cancérigène. D'autres ont fait valoir qu'aucune preuve ne pouvait être invoquée pour étayer ces affirmations et ils ont estimé que ces déclarations pouvaient jeter indûment le discrédit sur les panneaux dérivés du bois, ce qui risquerait de nuire au commerce mondial de ces matériaux.

40. Les participants ont reconnu que les émissions de gaz formaldéhyde dans l'air - même à une concentration aussi faible que 1 ppm - provoquaient temporairement des réactions physiologiques désagréables.

41. Certains pays adoptent déjà des normes pour limiter les émissions de formaldéhyde provenant des panneaux ligno-cellulosiques, en particulier des panneaux de particules. Le but de ces normes est de réduire ces émissions à des proportions qui, en règle générale, ne causeraient aucune malaise dans des locaux contenant même de grosses quantités de panneaux ligno-cellulosiques.

V. MATERIEL NECESSAIRE A L'APPLICATION DES ADHESIFS

42. Trois documents traitant de cette question ont été présentés et examinés. Ces documents sont : "Equipment for preparing ready-to-use adhesives" par S. Senn (ID/WG.248/12), "Mixing equipment for glue coating of wooden chips or irregular particles of similar shape" par K. Engels (ID/WG.248/13) et "Equipment for glue coating" par H. Funke (ID/WG.248/11)^{6/}. Les principaux aspects de la question sont résumés ci-dessous.

^{6/} Un autre document de l'ONUDI traite de cette question : E. van der Straeten et J. Reinhardt, "Selection of equipment for joining" (ID/WG.151/18).

43. En ce qui concerne le matériel employé dans l'industrie des panneaux de particules pour le mélange de la colle, mieux vaudrait employer des moyens mécaniques et renoncer aux coûteux dispositifs de commande électronique, tout en veillant à ce que la manipulation du produit n'entraîne aucun risque pendant le mélange. Les mélanges de colle prêts à l'emploi devraient contenir tous les ingrédients nécessaires et, pour des raisons de prix de revient et de sécurité, il conviendrait d'éviter le mélange en cours de fabrication et l'application séparée d'ingrédients sur les produits à traiter. Toutefois, la cire peut-être appliquée séparément.

44. L'addition d'amidon, de cire, de fongicides et d'autres adjuvants spéciaux est facultative et elle dépend des caractéristiques à donner aux panneaux. On se gardera de mélanger exagérément les ingrédients de la colle pour éviter toute formation excessive de mousse et réduire le risque d'une application insuffisante des particules solides de la colle. Les malaxeurs servant à l'encollage des particules sont décrits dans les documents, mais ce matériel répond surtout aux besoins des pays développés. Dans les pays en développement, où les usines ont habituellement une moindre capacité, on pourra réduire les dépenses d'investissement et d'entretien en employant alternativement un seul malaxeur pour l'encollage des matières destinées aux faces et à l'âme des panneaux. Cette façon de procéder est possible parce que les malaxeurs modernes se caractérisent par une réduction de la durée du traitement. Les variations de la viscosité de la colle ne posent aucun problème quand on dispose d'un matériel moderne. Le dosage de la colle et des particules ne présente aucune difficulté, mais il faut un bon ouvrier pour le faire avec la précision voulue. Dans la plupart des cas, les bandes-transporteuses feront l'affaire dans les pays en développement pour acheminer les particules enduites de colle. L'expérience a prouvé que certains appareils montés sans nécessité absolue dans les postes d'encollage - dispositifs de dosage notamment - cessent d'être employés peu après la mise en service des installations. Il faudra donc déterminer avec soin quelles sont les parties du matériel qui doivent être considérées comme essentielles. A un stade ultérieur, on pourra ajouter divers systèmes de réglage, à condition que ces adaptations aient été envisagées dès l'établissement du projet.

45. L'expérience a montré que l'on peut encoller d'autres matières premières ligno-cellulosiques, notamment la bagasse, la balle de riz, la fibre de cocotier, en se servant du matériel existant. Mais d'autres travaux de recherche sont indispensables à cet égard. L'ONUDI devrait encourager tout essai portant sur l'emploi de ces matières et d'autres matières ligno-cellulosiques.

46. Dans l'industrie des contre-plaqués, des lamellés-collés et des meubles, les diverses machines à encoller sont conçues pour des produits particuliers. C'est pourquoi le choix du matériel dépendra des produits fabriqués. Dans les pays en développement, l'application de la colle sur les contre-plaqués et les placages se fait généralement au rouleau, parce que ce procédé se prête à l'application d'une gamme étendue de colles et s'accommode de fortes variations de la viscosité de ces produits. Jusqu'à un certain point, les charges contenues dans la colle n'ont aucun effet sur cette méthode d'encollage. L'application au rouleau exige que l'épaisseur du placage soit rigoureusement réglée de façon à assurer un étalement régulier. Pour faciliter le passage des placages minces entre les rouleaux, il peut être nécessaire de réduire la viscosité de la colle. Avec le matériel d'application par projection, l'encollage n'est pas toujours satisfaisant et peut entraîner jusqu'à 50 % de pertes de colle. C'est ce qui risque de se produire quand on projette des résines contenant des charges. L'application de la colle au pistolet peut être employée en menuiserie et pour la fabrication des meubles, mais le matériel doit être nettoyé régulièrement. Pour la production des lamellés-collés, qui exige un débit rapide, il est recommandé d'employer des machines à encoller.

VI. METHODES ET NORMES POUR L'ESSAI DES ADHESIFS

47. Le document intitulé "Adhesive testing procedures and bonding strength testing equipment" rédigé par A. Frühwald (ID/WG.248/8) a été présenté aux participants. Les principaux aspects de cette question sont exposés ci-dessous :

48. Les essais auxquels sont soumis les adhésifs portent surtout sur la viscosité, la puissance réactive, la durée de vie en pot, le pH et les matières solides. Pour les essais sur les matières solides, les températures comprises entre 140 et 150° C sont trop élevées parce que la pyrolyse et la réaction due à la condensation provoquent une perte de poids. Les essais se font généralement à une température plus basse et l'on fait varier la durée des observations.

49. Les participants n'ont pas pu déterminer s'il valait mieux contrôler la qualité des contre-plaqués par des essais de cisaillement ou par des essais de rupture du bois.

50. Dans les pays disposant de nombreuses essences, la résistance au cisaillement est généralement considérée comme une preuve de qualité pour les feuillus, tandis que la résistance du bois à la rupture sert de critère pour les résineux. Dans certains pays, les deux types d'essais sont considérés comme nécessaires au contrôle de la

qualité des contre-plaqués. Dans 100 % des cas, la rupture du bois permet effectivement de mesurer la résistance de ce matériau au cisaillement mais non la résistance des joints collés. La seule relation existant entre ces deux résultats est que la résistance des joints au cisaillement est supérieure à la résistance du bois; c'est la seule conclusion que l'on puisse tirer. Dans les panneaux de particules, la résistance au cisaillement est directement liée à celle de la cohésion interne. Pour les normes applicables aux panneaux de particules, il est recommandé de choisir les essais de résistance au cisaillement, parce qu'ils sont plus faciles à faire que les essais portant sur la cohésion interne.

51. Des essais faits sur les mêmes types de contre-plaqués, conformément aux normes adoptées en République fédérale d'Allemagne, au Royaume-Uni et en Turquie, ont donné des résultats différents. Cette contradiction ayant été constatée dans plusieurs pays d'Asie, qui appliquent des normes différentes et exportent dans des pays différents, les industriels de ce continent qui fabriquent du contre-plaqué ont adopté, en octobre 1977, à la Conférence des fabricants asiatiques de contre-plaqué, une norme portant sur la résistance du bois à la rupture et la résistance au cisaillement. Les industriels japonais ne font intervenir que la résistance au cisaillement pour apprécier la qualité de leurs produits, tandis que ceux des Etats-Unis prennent également en considération la résistance du bois à la rupture.

52. Il conviendrait de mettre au point et d'adopter des normes internationales pour apprécier la qualité des joints collés dans les contre-plaqués; l'Organisation internationale de normalisation (ISO) serait en train de préparer des normes de cette nature.

53. Beaucoup de panneaux étant sacrifiés pendant les essais destructifs, il faudrait adopter des méthodes d'essais non destructifs. Aux Etats-Unis, les contre-plaqués, les panneaux de particules et les lamellés-collés sont soumis à des essais par ultra-sons qui permettent de contrôler la qualité des produits de façon continue et efficace, mais cette méthode n'exclut pas les essais mécaniques. Les résultats obtenus par ultra-sons et par procédés mécaniques font l'objet d'études pour déterminer si l'on peut établir entre eux une corrélation. Toutefois les dispositifs à ultra-sons paraissent trop complexes pour beaucoup de pays en développement.

Annexe I

ORDRE DU JOUR DES JOURNEES D'ETUDES

1. Election des membres du Bureau et adoption de l'ordre du jour.
2. Aspects économiques de la production des :
 - a) Adhésifs à base de résines synthétiques;
 - b) Résines tirées de produits naturels.
3. Utilisation des produits organiques d'origine naturelle :
 - a) Recherches antérieures;
 - b) Applications industrielles.
4. Applications industrielles des adhésifs synthétiques :
 - a) Panneaux ligno-cellulosiques;
 - b) Lamellés-collés et charpentes industrialisées;
 - c) Menuiserie et fabrication des meubles.
5. Matériel destiné à :
 - a) L'application des adhésifs prêts à l'emploi;
 - b) L'amalgame des adhésifs et des particules;
 - c) L'application des adhésifs.
6. Méthodes et matériel pour les essais d'adhésifs.
7. Méthodes de contrôle de la qualité et normes destinées aux ensembles collés.
8. Adoption du rapport.

Annexe II

LISTE DES DOCUMENTS

Documents préparés pour les Journées d'études

<u>Cote</u>	<u>Titre et auteur</u>
ID/WG.248/1	Provisional agenda
ID/WG.248/2	Review of past research on utilization of naturally occurring organic products as replacement of synthetic phenolics in wood adhesives. E. Kulvik, A/S Jotungruppen, Sandefjord, Norvège
ID/WG.248/3	Economics of production of synthetic resin adhesives J. George, Indian Plywood Industries Research Institute, Bangalore
ID/WG.248/4	Formulation and industrial application of synthetic resin and special adhesives used in the joinery and furniture industries and other specialised wooden products E.J. van der Straeten et T.I. Mynott, CIBA-Geigy Plastics and Additives Company, Cambridge, Royaume-Uni
ID/WG.248/5	Annotated bibliography on the research done on the use of naturally occurring adhesives for wood processing industries J. George, Indian Plywood Industries Research Institute, Bangalore
ID/WG.248/6	The formulation and industrial application of naturally occurring polyphenol (tannin) adhesives in the wood based panel industry K.F. Plomley, Division of Building Research, CSIRO, Melbourne, Australie
ID/WG.248/7	Economic aspects of tannin extracts as wood adhesive binders J.C. Scharenberg, Compania Casco SAIC, Buenos-Aires
ID/WG.248/8	Adhesive testing procedures and bonding strength testing equipment A. Frühwald, Institut für Holzphysik, Hambourg, République fédérale d'Allemagne
ID/WG.248/9	Industrial application and formulation of synthetic resin adhesives in the wood based panel industry J. Reinhardt, CIBA-Geigy Plastics and Additives Company, Cambridge, Royaume-Uni
ID/WG.248/10	Formulation and industrial application of synthetic resin adhesives in the gluelam beam and timber engineering industry H.C. Kolb, Otto-Graf-Institut, Stuttgart, République fédérale d'Allemagne
ID/WG.248/11	Equipment for coating of adhesives in the wood processing industry H. Funke, Fachhochschule Rosenheim, Rosenheim, République fédérale d'Allemagne
ID/WG.248/12	Equipment for preparing ready-to-use adhesives S. Senn, FAHRNI Institut AG, Zurich
ID/WG.248/13	Mixing equipment for glue coating of wooden chips or irregular particles of similar shape K. Engels, Draiswerke GmbH, Mannheim, République fédérale d'Allemagne
ID/WG.248/14	Agenda and programme of work

Documents publiés après les Journées d'études

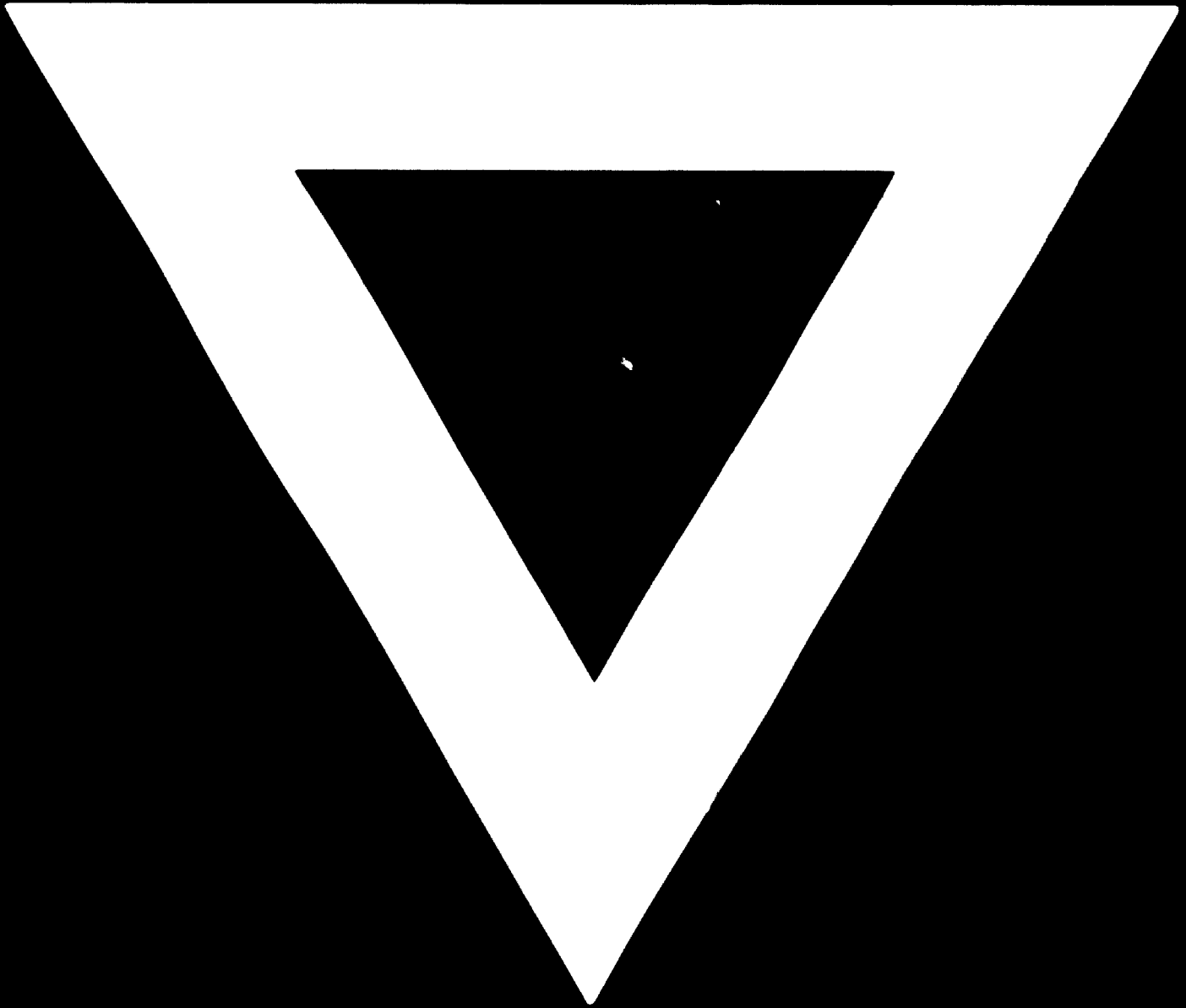
- ID/WG.248/5/ Additifs à "Annotated bibliography on the research done on the use of
Add.1, Add.2 naturally occurring adhesives for wood processing industries"
- ID/WG.248/15 List of participants
- ID/WG.248/16 List of documents
- ID/WG.248/17 Rapport des Journées d'études

L'ONUDI a publié les études ci-après sur l'utilisation du bois.

- ID/10
(ID/WG.49/10/Rev.1) Techniques du bois dans la construction de logements adaptés aux besoins des pays en voie de développement. Rapport du Groupe d'étude, Vienne, 17-21 novembre 1969
Publication des Nations Unies, No de vente 70.II.B.32
- ID/61
(ID/WG.49/5/Rev.1) Production de maisons préfabriquées en bois
Keiho N.E. Tiusanen
Publication des Nations Unies, No de vente 71.II.B.13
- ID/72 Le bois en tant que matériel d'emballage dans les pays en voie de développement
B. Hochart
Publication des Nations Unies, No de vente 72.II.B.12
- ID/79
(ID/WG.83/15/Rev.1) Fabrication de panneaux à partir de résidus agricoles. Rapport de la réunion d'experts tenue à Vienne du 14 au 18 décembre 1970
Publication des Nations Unies, No de vente 72.II.B.4
- ID/108/Rev.1 Industries du meuble et de la menuiserie pour les pays en voie de développement
Première partie : Matières premières
Deuxième partie : Techniques de production
Troisième partie : Considérations relatives à la gestion
- ID/133
(ID/WG.151/37/Rev.1) Choix des machines à utiliser pour le travail du bois. Rapport d'une réunion technique, Vienne, 19-23 novembre 1973
- ID/154 L'automation à coût modéré dans l'industrie du meuble et de la menuiserie
H.P. Brion et W. Santiano
- ID/180
(ID/WG.200/14/Rev.1) Le travail du bois dans les pays en voie de développement. Rapport sur les Journées d'études, Vienne, 3-7 novembre 1975
- UNIDO/LIB/SER.D/4/
Rev.1
ID/188 Guide des sources d'information de l'ONUDI, No 4 : Information sources on the furniture and joinery industry
Publication des Nations Unies
- UNIDO/LIB/SER.D/9 Guide des sources d'information de l'ONUDI, No 9 : Information sources on the building boards from wood and other fibrous materials
- UNIDO/LIB/SER.D/31
ID/214 Guide des sources d'information de l'ONUDI, No 31 : Information sources on woodworking machinery



B-37



79.12.05