



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.

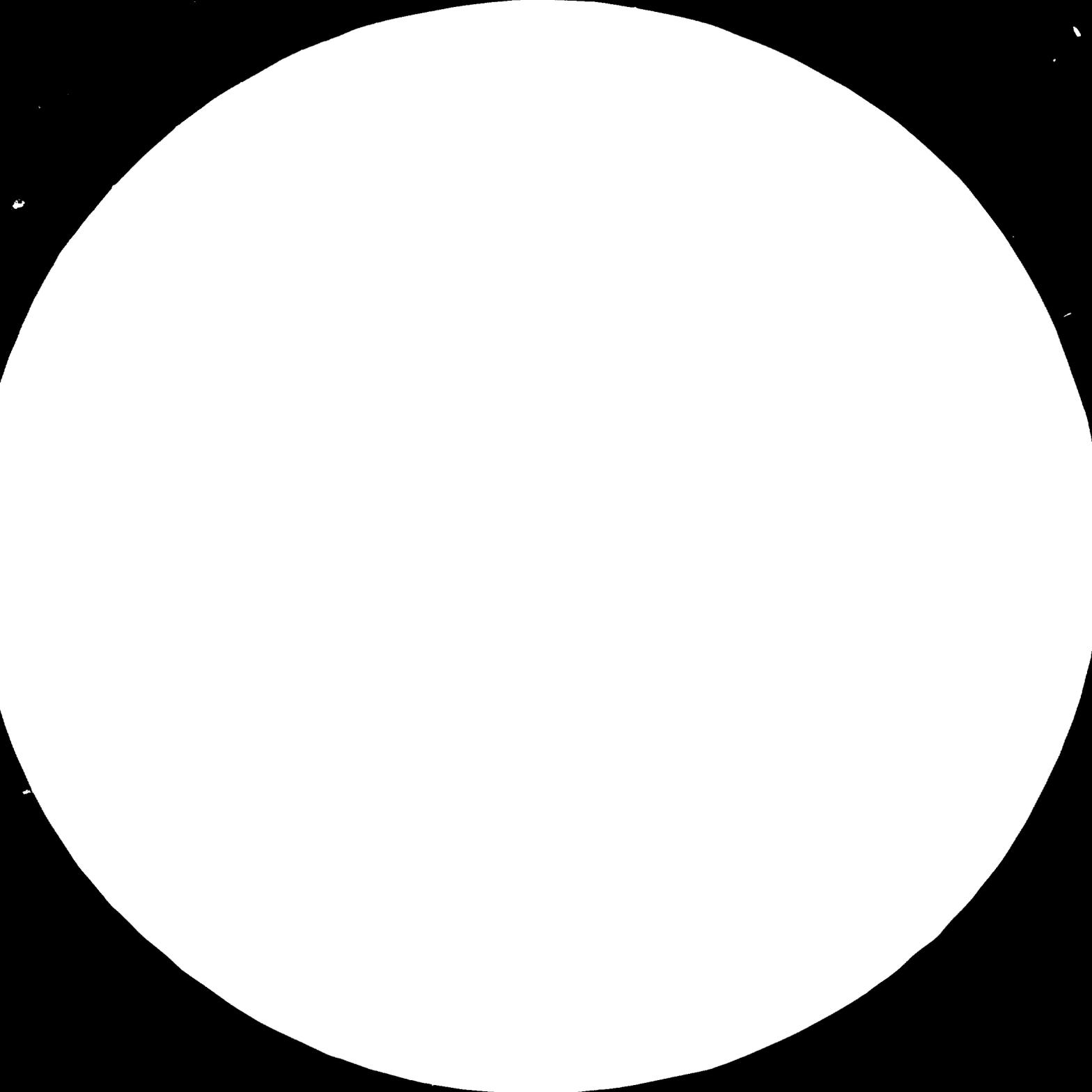
FAIR USE POLICY

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



Distr. RESTREINTE

11167

DP/ID/SER.A/331
11 janvier 1982
FRANCAIS

PROMOTION INDUSTRIELLE

DP/MAG/78/008

MADAGASCAR .

Rapport technique : Assistance à l'usine de panneaux
de fibres PANOMAD* .

Etabli pour le Gouvernement malgache par l'Organisation des Nations Unies
pour le développement industriel, agent d'exécution du Programme
des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de M. Louis Marenzi,
expert en production de panneaux de fibres

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

* Le présent rapport n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

V.82-20380

CONTENU

	<u>Page</u>
Avantpropos et résumé	4
Notes explicatives	6
Première partie	
Programme d'améliorations et de petites extensions	7
1.1. Introduction et historique	7
1.2. Brève description de l'usine	9
1.3. La situation de l'entreprise	10
1.3.1. Le marché	10
1.3.2. L'approvisionnement en matières premières	14
1.3.3. La production	17
1.3.4. Le matériel industriel	19
1.3.5. La situation financière	24
1.4. Améliorations sans changer la gamme de production	27
1.4.1. Généralités	27
1.4.2. Améliorations consistant essentiellement en le renouveau du matériel existant	27
1.4.3. Améliorations consistant essentiellement en des chan- gements du processus de production, sans investissements supplémentaires	29
1.4.3.1. Réduction de la consommation de soude	29
1.4.3.2. Modifications de la presse formante	33
1.4.3.3. Modification du circuit d'eau chaude	34
1.4.3.4. Modification du dispositif d'humidification	35
1.4.3.5. Modifications des portes isoplanes	36
1.4.3.6. Modification du traitement de l'eau d'alimentation de la chaudière	38
1.4.4. Améliorations consistant essentiellement en l'instal- lation de matériel supplémentaire	38
1.4.4.1. Tracteur	39
1.4.4.2. Machine fendeuse	40
1.4.4.3. Hotte d'aspiration au-dessus de la presse à étages	40
1.4.4.4. Maintien automatique de la pression dans la presse à étages	42
1.4.4.5. Isolation thermique	43
1.4.4.6. Correction du facteur de puissance cos phi	44
1.4.4.7. Tour pour l'atelier d'entretien	44

	<u>Page</u>
1.4.5. Justification économique du programme d'améliorations	45
1.4.5.1. Justification du programme dans son ensemble	45
1.4.5.2. Justification économique des positions les plus importantes du programme	48
1.4.5.2.1. Renouveau du matériel existant	48
1.4.5.2.2. Matériel pour la cuisson acide	48
1.4.5.2.3. Tracteur	49
1.4.5.2.4. Machine fendeuse	50
1.4.5.2.5. Hotte d'aspiration	51
1.4.5.2.6. Dispositif de maintien de la pression	51
1.4.5.2.7. Isolation thermique	51
1.4.5.2.8. Correction du facteur cos phi	52
1.4.5.2.9. Tour d'atelier	52
1.5. Nouvelles productions proposées	54
1.5.1. Généralités	54
1.5.2. Les panneaux lattés	55
1.5.2.1. Le produit	55
1.5.2.2. Le marché	55
1.5.2.3. Le processus et le matériel	56
1.5.2.4. Considérations économiques	58
1.5.3. Portes planes	60
1.5.4. Panneaux de fibres revêtus	61
1.5.5. Garnitures de chaises	63
1.5.5.1. Le produit	63
1.5.5.2. Le marché	64
1.5.5.3. Le processus et le matériel	64
1.5.5.4. Considérations économiques	65
1.6. Conclusions générales sur la première partie	67
Deuxième partie	
Programme d'extensions à plus long terme	69
2.1. Généralités	69
2.2. Augmentation de la capacité de production	70
2.2.1. Généralités	70
2.2.2. Ligne de panneaux isolants	70
2.2.3. Deuxième ligne de panneaux durs	74
2.3. Elaborations ultérieures des panneaux	76
2.3.1. Généralités	76

	<u>Page</u>
2.3.2. Panneaux ondulés	76
2.3.3. Panneaux traités à l'huile	80
2.3.4. Panneaux perforés	81
2.3.5. Ardoises	82
2.4. Groupe de secours	84
2.5. Conclusions générales sur la deuxième partie	88
Annexe I Liste détaillée du matériel nécessaire pour le renouveau du matériel existant	89
Annexe II Possibilités de mécanisation et d'automatisation dans l'industrie des panneaux à base de bois	96

Avantpropos et résumé

Le présent rapport est le résultat d'une requête adressée par le gouvernement de Madagascar au Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), demandant l'envoi d'un expert pour étudier les possibilités d'amélioration et d'extension de l'usine de panneaux de fibres PANOMAD, située à Moramanga, appartenant en presque totalité à l'Etat.

L'organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUUDI) a été l'agence exécutrice du projet (DP/MAG/78/008). L'expert a été attaché au Ministère de l'Economie et du Commerce, Direction de l'Industrie.

Le rapporteur a séjourné à Madagascar du 21 mai au 4 juillet 1991 pour constater les besoins et les possibilités locaux en étroite collaboration avec les responsables Malagasy de PANOMAD, de manière à pouvoir élaborer plus en détail, en collaboration avec les différents fabricants de matériel, en projet technique-économique complet.

Dans le cours de l'étude est apparue l'utilité de diviser le rapport en deux parties assez distinctes.

La première partie propose un programme d'amélioration de l'usine existante avec quelques extensions ayant une rentabilité immédiate et ne demandant que des investissements limités. **Une possibilité de financement pour un tel programme semble exister; il doit donc être présenté avec une certaine urgence.**

Ce programme propose de nombreuses améliorations de détail et l'addition d'un atelier de finition qui produira des panneaux lattés, de portes planes, des panneaux revêtus et des garnitures de chaises. Les investissements nécessaires ont été évalués à environ 110 millions de FMG.

La deuxième partie du rapport traite des possibilités d'extension de plus grande envergure qui s'offrent à partir de l'unité existante. Dans l'avenir immédiat, un tel programme ne pourra être réalisé par manque de fonds, et cette deuxième partie de l'étude reste donc au niveau d'étude d'identification ou d'opportunité pour les différentes possibilités renvoyant la véritable étude de faisabilité à une date ultérieure, quand la réalisation d'une de ces possibilités pourra être sérieusement considérée. Cette deuxième partie de l'étude actuelle aura son intérêt dans la détermination des possibilités d'extensions les plus intéressantes sur lesquelles les études plus détaillées pourront être entreprises sans délai quand les conditions économiques et financières du pays se seront améliorées.

Il est à souligner que la collaboration avec les dirigeantes de PANOMAD a été excellente et qu'une grande partie des propositions et recommandations recueillies dans ce rapport viennent en effet d'eux-mêmes.

Notes explicatives

Les unités monétaires mentionnées dans ce rapport sont les suivantes, avec leurs abréviations et leurs parités:

1 Mark Allemand (DM) = 125 Francs Malagasy (FMG)

1 Franc Français (FF) = 50 FMG

1 Schilling Autrichien (öS) = 18 FMG

1 Dollar USA (US\$) = 290 FMG

L'abréviation TUT pour taxe unitaire de transaction a également été utilisée.

La mention de certains fabricants de matériels ou de produits commerciaux n'implique aucune recommandation de la part de l'ONUDI.

PREMIERE PARTIE

Programme d'améliorations et de petites extensions

1.1. Introduction et historique

Dans un rapport essentiellement technique qui s'adresse en premier lieu aux responsables malagasy de l'usine PANOMAD, soit à l'intérieur de l'entreprise, soit dans les différents ministères compétents, il ne semble pas utile de donner une exposition des conditions économiques générales dans lesquelles travaille actuellement l'usine PANOMAD. Des références à la situation économique générale seront faites occasionnellement, par exemple dans l'examen des débouchés pour les différents produits actuels et futurs de l'usine.

Par contre, il peut être opportun de donner un bref aperçu historique sur cette usine, qui permettra de mieux comprendre sa situation actuelle.

L'usine de panneaux de fibres durs PANOMAD doit son existence essentiellement à une initiative du Ministère de l'Industrie qui voyait dès 1966 la possibilité de substituer un produit local, fabriqué à partir d'une matière première locale abondante, le bois d'eucalyptus, à un produit importé d'assez large diffusion. Le site de Moramangue fut retenu surtout à cause de la proximité de grandes plantations d'eucalyptus, mais aussi pour ses bonnes liaisons routières et ferrovières et pour la disponibilité d'eau et d'énergie électrique.

L'usine a commencé sa production industrielle début 1971. La totalité du matériel fut livrée et installée par un bureau d'engineering allemand spécialisé dans ce genre d'unités, CTC de Munich, qui a été dissous il y a quelques années.

Après son démarrage, l'entreprise a pu très vite se passer de toute assistance extérieure, mais, certainement à cause de la situation politique instable qui existait de 1971 à 1975, l'activité de bâtiment et ainsi la demande pour les panneaux de fibres ne s'étaient pas développées et l'usine ne trouvait qu'un marché d'environ 1.000 t de panneaux par an, contre une capacité (en 3 équipes) d'environ 2.000 t/an. Pour mieux utiliser sa capacité, PANOMAD exportait ses produits à la Réunion et produisait de la pâte mi-chimique pour PAMPAD, une papéterie près d'Antananarivo.

En Novembre 1976 une partie de l'usine fut détruite par l'explosion de l'autoclave sphérique. L'autoclave détruit, en acier doux, fut remplacé par un autre en acier inoxydable. En même temps, les deux moulins défibreurs d'origine allemande furent remplacés par un seul, **suédois**, mieux adapté à cette utilisation. Les autres matériels endommagés furent réparés.

Dès que la chaudière et les presses furent réparées, donc à partir de **juin** 1978, l'usine produisait des panneaux avec de la pâte achetée à PAMPAD, qui entretemps avait installé sa propre

unité de production de pâte mi-chimique. En juillet 1979 l'usine put reprendre sa production normale.

Entretiens, le marché avait évolué très favorablement, mais PANOMAD, surtout à cause des difficultés dans l'approvisionnement en matières importées, n'était pas capable d'en profiter pleinement.

La présente étude a comme but de proposer des mesures aptes à permettre à l'usine de satisfaire cette demande accrue.

1.2. Brève description de l'usine

L'usine PANOMAD se trouve au kilomètre 110 de la route qui mène d'Antananarivo à Moramanga, peu avant cette dernière ville. Elle dispose de son propre branchement de chemin de fer, elle est reliée directement à la ligne de 30 kV alimentée par la centrale hydraulique de la Mandraka et elle s'approvisionne en eau de production d'une petite rivière qui passe à côté.

L'usine est équipée pour la production de panneaux de fibres durs avec une capacité journalière de 9 t en trois équipes.

Elle comprend le matériel essentiel suivant:

- 1 hachoir à disque pour réduire des bûches en copeaux
- 1 autoclave sphérique pour la cuisson des copeaux
- 1 moulin défibreur pour réduire les copeaux cuits en pâte
- 4 cuves à pâte
- 1 presse formante, qui forme les panneaux humides et leur fait subir un prépressage pour réduire leur humidité
- 1 presse chauffée à 6 étages, avec dispositif de chargement et de déchargement automatiques
- 1 scie à border
- 1 dispositif pour humidifier les panneaux finis
- 1 chaudière équipée pour brûler des bûches de bois
- 1 atelier artisanal pour la fabrication de portes isoplans
- 1 petit atelier de réparation

Ces machines se trouvent dans un hangar en brique, avec un toit en tôle supporté par un structure d'acier.

1.3. La situation de l'entreprise

1.3.1. Le marché

La situation du marché pour les produits de PANOMAD doit être vue dans le contexte général de la situation économique actuelle à Madagascar. Cette situation est caractérisée par une grande liquidité intérieure à laquelle ne correspond pas une offre adéquate de marchandises. L'offre de marchandises est faible car les entreprises locales ont beaucoup de difficultés à atteindre leur capacité de production, alors que les importations doivent être freinées à cause du lourd déficit de la balance des paiements. Les difficultés de production de PANOMAD, décrites dans ce chapitre, peuvent être considérées comme typiques pour les industries locales en général, si on tient à l'esprit que PANOMAD se trouve encore dans une situation relativement favorable, ne dépendant que sur très peu de matières importées.

Dans cette situation générale de l'économie, PANOMAD n'a aucune difficulté à écouler toute sa production, malgré quelques défauts de ses produits dûs au mauvais état du matériel. Elle est même obligée à contingenter ses livraisons aux maisons commerciales. PANOMAD livre des panneaux uniquement à onze maisons commerciales qui lui ont communiqué leurs besoins prévisionnels pour l'année 1981, pour un total de 2.731 tonnes, alors que la production de cette année sera probablement de l'ordre de 1.000 tonnes seulement.

La demande de panneaux n'est certainement pas satisfaite surtout dans les régions moins accessibles du pays. Déjà pour transporter des panneaux PANOMAD à Taomasina, pourtant relié directement par chemin de fer avec l'usine, on est quelquefois obligé de transporter les panneaux par camion jusqu'à Antananarivo, puis les expédier par chemin de fer, car le manque de wagons ou de locomotives ou de locomoteurs ne permet souvent pas un chargement à Moramanga.

Sur le marché malagasy, PANOMAD a très peu de concurrence. Les importations de contreplaqué sont interdites en principe, et de toute manière les importations sont limitées par le manque de devises. Une petite installation vétuste pour la production de contreplaqué existe à la Station de Placage d'Ivato, près d'Antananarivo, mais sa production est très faible et de qualité médiocre. Une autre unité de production de contreplaqué a été montée récemment à Antsirabé, mais elle doit faire venir la plupart des grumes de la région d'Antsohihy, avec des frais et des difficultés considérables. En outre, l'usine d'Antsirabé ne semble pas encore avoir maîtrisé les problèmes de production et la qualité de ses produits reste médiocre. La compétition la plus sérieuse pour les panneaux de PANOMAD semble encore être les planchettes de pin qui sont devenues un matériau assez populaire dans les

dernières années, surtout à cause de la disparition de grumes sciabiles dans la forêt naturelle. Il est toutefois évident que les planchettes de pin ne peuvent concurrencer les panneaux de fibres que dans certains domaines. Leur prix est d'environ 50.000 FMG/m³, soit 500 FMG/m² pour épaisseur de 10 mm, ce qui correspond au prix de panneaux PANOMAD de 3 mm d'épaisseur.

Les panneaux de particules fabriqués par MALGAPAN à Ambatolampy, à 68 km au Sud d'Antananarivo, par leurs caractéristiques techniques, peuvent encore moins concurrencer PANOMAD. Du point de vue économique, les panneaux de particules sont défavorisés par leur grand besoin de résines importées, qui est d'au moins 50 kg par mètre cube. MALGAPAN a eu des difficultés financières dès le départ et actuellement (depuis Juillet 1981) l'usine est fermée. On ne sait pas quand et si elle pourra reprendre son activité. Du reste, sa capacité, avec 8.000 m³/an, semble hors de proportion avec le marché malagasy.

Ce tableau de la situation du marché ne doit cependant pas conduire à la conclusion que PANOMAD dispose d'un marché intérieur sûr et vaste. Il faut tenir à l'esprit que dans les années 70, le marché intérieur des panneaux de fibres était tombé à environ 1.000 t/an alors que la concurrence par des produits importés et locaux, certes plus forte qu'actuellement, n'était certainement pas la cause principale de cette chute du marché. Comme déjà expliqué dans l'introduction de ce rapport, la baisse du marché des panneaux était certainement due à la baisse de l'activité dans le secteur bâtiment qui à son tour était en relation avec le manque de confiance des investisseurs dans une situation politique instable.

La forte demande actuelle pour les matériaux de construction en général et pour les produits de PANOMAD en particulier n'est pas le résultat d'une bonne situation économique, mais constitue plutôt une fuite dans les valeurs réelles dans une situation économique délicate et devant une forte inflation. Le gouvernement prendra certainement des mesures de redressement visant à freiner la consommation intérieure et à encourager les exportations. On ne peut pas exclure que dans un délai relativement bref le marché ne retombe à son niveau de 1971 - 1975, c'est à dire à environ 1.000 t/an.

Si cette situation se présente, PANOMAD devra faire quelques efforts pour continuer à travailler avec bénéfice.

Sur le marché intérieur une expansion est encore possible. Actuellement, pour les marchés publics les entreprises de bâtiment doivent apporter la garantie d'une société d'assurance, (à Madagascar elles sont toutes nationalisées) qui à son tour, à travers la Société de Contrôle Technique (SOCOTEC),

exige l'emploi de matériaux ayant un certificat d'acceptation d'un laboratoire public de contrôle. Les panneaux PANOMAD ne possèdent pas ce certificat qui, du reste, ne peut pas être donné à Madagascar et, en principe, ils ne peuvent pas être employés dans les bâtiments publics, même pas pour des portes intérieures. Des dérogations à l'interdiction d'importation de contreplaqué doivent alors être faites. Cette situation, qui est absurde dans le contexte économique actuel, a déjà été mise en évidence dans une récente étude sur les matériaux de construction qui a été faite par une équipe de l'ONUDI dirigée par M. David Rakotoparé. Dernièrement, plutôt que de faire des dérogations aux interdictions d'importation, on a procédé à des dérogations aux règles pour les marchés publics, et ce problème semble donc être en voie de solution grâce au bon sens des responsables.

En plus, avec les investissements proposés dans ce rapport, PANOMAD pourra offrir un gamme de produits plus large qu'en 1971, incluant aussi des panneaux lattés, des panneaux laminés et des garnitures de chaises, et elle pourra donc compter sur des débouchés plus vastes sur le marché intérieur.

Une autre possibilité intéressante serait l'exportation. Les marchés les plus prometteurs devraient être la Réunion et Maurice, pays francophones relativement bien desservis à partir de Madagascar. D'autres acheteurs potentiels seraient le Mozambique, le Malawi, la Zambie et le Zimbabwe. Dans tous ces pays il n'y a pas encore de production locale de panneaux de fibres.

Malheureusement il a été très difficile d'obtenir des informations sur les importations de panneaux de fibres de ces pays. En Zambie, où un projet de fabrication de panneaux de fibres est à l'étude depuis longtemps, les importations se maintiennent autour de 3.000 t/an. Au Malawi, d'après une étude générale faite par la FAO en 1980, elles sont de l'ordre de 1.000 t/an. Pour la Réunion, seulement des renseignements sur les importations de contreplaqué ont pu être obtenus. Elles sont de l'ordre de 5.000 t/an. Par analogie avec des pays similaires, les importations de panneaux de fibres devraient être de l'ordre de 1.500 - 2.000 t. Maurice est généralement un marché plus petit que la Réunion, mais la consommation de panneaux de fibres pourrait être d'environ 1.000 t/an.

Si on considère que les exportations de PANOMAD ne seront probablement que de quelques centaines de tonnes par an, on peut conclure que le marché des pays voisins ne pose aucun problème quantitatif. Le problème est plutôt d'être concurrentiel sur le plan de la qualité et du prix.

En ce qui concerne la qualité, avec le matériel renoué PANOMAD sera certainement capable de produire des panneaux de bel

aspect et ayant une bonne résistance mécanique. Seule l'absorption d'eau risque d'être médiocre. Ce défaut est sans importance pratique pour des nombreuses applications, par exemple pour les portes planes à usage intérieur. Pour satisfaire une clientèle plus exigeante, PANOMAD pourra réduire l'absorption d'eau en ajoutant de la paraffine. Au Kenya, on ajoute 1/2 pour cent de paraffine solide (un sous-produit du raffinage de pétrole) dans l'autoclave, avec de bons résultats. Des essais seraient à faire à Madagascar, où la cuisson dans l'autoclave est faite dans d'autres conditions.

Les prix que PANOMAD pourra obtenir à l'exportation seront certainement beaucoup plus bas que ceux pratiqués sur le marché intérieur. Par analogie à d'autres pays, on peut présumer que les panneaux de fibres durs seront livrés c.i.f. à la Réunion (pour prendre cet exemple) à des prix de 90 - 100 FMG/kg. Pour s'imposer, PANOMAD devra offrir un prix de 80 - 85 FMG/kg.

Les frais suivants grèveront les panneaux après leur départ de l'usine:

chemin de fer Moramanga - Taomasina	6.125 FMG/t
attente au port: suivant la durée, env.	2.000 "
commission de transit	500 "
péage	625 "
redevances pour formalités de douane env.	700 "
frais d'embarquement	4.100 "
transport maritime Taomasina - La Réunion avec assurance	<u>11.000 "</u>
	25.050 FMG/t

Pour offrir ces panneaux au prix de 80 FMG/kg c.i.f., PANOMAD devra donc les vendre ex usine à 55 FMG/kg, ce qui correspond au coût de production marginal (voir 1.4.5.1.). Il devrait être possible de négocier un tarif plus favorable avec les chemins de fer, car le tarif indiqué, qui correspond à environ 25 FMG/tkm, semble très élevé, surtout pour une ligne où il y a toujours de nombreux wagons vides, le trafic étant beaucoup plus important à la montée qu'à la descente (385 648 contre 168 246 tonnes en 1979).

Même avec un tarif ferroviaire plus favorable, les exportations ne seront vraiment intéressants pour PANOMAD que si elle peut retenir au moins une partie des devises ainsi obtenues, de manière à pouvoir importer les matières et les pièces dont elle a besoin pour sa production.

1.3.2. L'approvisionnement en matières premières

Les matières premières qu'utilise PANOMAD sont le bois d'eucalyptus, occasionnellement de pin, pour la production proprement dite aussi bien que la chaudière, la soude caustique pour la cuisson des copeaux, et le sulfate d'aluminium pour améliorer la qualité des panneaux. Parmi les eucalyptus domine largement l'eucalyptus robusta. Eucalyptus **saligna** et d'autres essences d'eucalyptus sont quelquefois utilisés sans distinction.

La consommation totale de bois est de 1,8 - 2 t en poids sec par tonne de panneaux. La consommation de soude est d'environ 5,5 pour cent, de sulfate d'environ 1,5 pour cent, toujours en poids par rapport au poids des panneaux produits.

PANOMAD tient encore un stock de soude qui lui permettra de fonctionner jusqu'au mois de novembre 1981, toujours au rythme de 1.000 t/an. Il est à noter que PANOMAD peut se passer du sulfate duquel elle ne conserve qu'une très faible quantité et réduire sa consommation de soude ou remplacer la soude par de la chaux (voir chapitre 1.4.3.1.). A plus long terme, il faut espérer que PANOMAD pourra se procurer des devises par des exportations et qu'elle aura le droit d'utiliser au moins une partie de ces devises pour importer les produits dont elle a besoin pour son fonctionnement.

L'approvisionnement en bois constitue un des problèmes les plus graves de PANOMAD, bien que l'usine se trouve au milieu d'une zone de plantations d'eucalyptus encore sous-utilisées. D'après une évaluation faite par le Service des Eaux et Forêts en 1966, il y a dans la région de Moramanga-Andasibé 6.800 ha de plantations de bois, en grande partie d'eucalyptus, qui pourront facilement produire 100.000 m³ de bois par an. Comme le transport de ce bois à Antananarivo comme bois de chauffe n'est pas encore rentable, ces plantations resteront sous-utilisées jusqu'à la mise en route de nouvelles unités industrielles qui pourront être l'usine de pâte à papier de la FANALAMANCA où l'usine de transformation de la chromite. Ces plantations se trouvent surtout le long de la ligne de chemin de fer, ayant été établies à l'origine pour l'alimentation des locomotives en bois de chauffe. PANOMAD faisait autrefois venir la plupart de son bois par chemin de fer, jusqu'à une distance d'environ 30 km, ce qui correspond aux plantations des environs d'Andasibé (ex Perinet). Cet approvisionnement est maintenant très incertain car les chemins de fer manquent de wagons, de locomotives et de locotracteurs. Cette pénurie conduit en plus à une mauvaise utilisation du matériel roulant disponible, car si PANOMAD a enfin obtenu des wagons à la gare d'Andasibé, les wagons chargés de bois risquent d'y rester faute de locomotive ou plus tard de rester à la gare de Moramanga faute de locotracteur. Les chemins de fer espèrent améliorer bientôt leur fonctionnement avec l'arrivée, avant la fin de l'année, de 30 wagons, 4 locomotives et 4 locotracteurs.

Il existe des plantations plus proches, à environ 10 km, d'où PANOMAD fait venir le bois par camion, mais il est extrêmement difficile de trouver des camions disponibles, car le problème du transport se pose à échelle de tout le pays, et même pour des produits de toute première nécessité comme le riz. Le camion appartenant à PANOMAD est en panne depuis des années et doit être considéré comme irréparable.

Pour ces plantations relativement proches, le transport par charrettes à boeufs serait une solution intéressante. Malheureusement, les charrettes à boeufs sont très rares à Moramanga, alors qu'on les rencontre en grand nombre sur les Hautes Terres entre Antananarivo et Fianarantsoa. Ce transport est fait normalement par les paysans pendant la période où il n'y a pas de travail dans les rizières et il est donc difficile de faire venir des charretiers d'ailleurs. Néanmoins, PANOMAD pourra essayer d'intéresser à ce travail soit des charretiers des environs d'Antananarivo, soit les paysans locaux, surtout en offrant des tarifs intéressants.

Dans la région de Moramanga, les petits transports se font généralement avec des charrettes à main et PANOMAD pense à recourir à ce système si le transport par chemin de fer ne s'améliore pas.

Depuis le 1 juin, PANOMAD a augmenté ses prix pour le bois. Le bois d'eucalyptus pour la production, ayant un diamètre maximum de 12 cm ou fendu à cette dimension, est acheté aux petits exploitants voisins, dans un rayon d'environ 10 km, à 1.500 FMG/stère. Dans ce prix est compris le transport et l'empilage sur l'aire de stockage de l'usine.

Le bois de chauffe non écorcé est acheté à 1.500 FMG/stère.
On y admet des bûches un peu plus grosses : à 15 cm.

Le bois de production acheté à Andasibé est payé 1.500 FMG/stère fendu, écorcé, chargé sur wagon à Andasibé. Le transport par chemin de fer coûte 12.000 FMG par wagon de 22 t qui correspond à environ 45 stères, soit un coût de transport d'environ 270 FMG/stère. Pour le déchargement des wagons sur l'aire de stockage, PANOMAD compte quatre heures de travail de deux manoeuvres par wagon. Ces manoeuvres sont payés 70 FMG/heure, ce qui donne un coût d'environ 12 FMG/stère pour le déchargement. Le bois venant par chemin de fer d'Andasibé revient donc à environ 1.800 FMG/stère rendu usine.

En cas de besoin, PANOMAD s'adresse à la SIB (Société Industrielle du Bois, une société d'Etat) à Moramanga, qui a des exploitations d'eucalyptus à Andasibé. Elle paie alors le bois 2.000 FMG/stère rendu usine.

Environ 60% des besoins actuels de PANOMAD sont couverts par les petits exploitants voisins, 30% par les exploitants d'Andasibé et 10% par la SIB.

Il semble certain qu'un relèvement du prix payé aux petits exploitants améliorerait l'approvisionnement. Actuellement, ces exploitants doivent compter avec environ 600 FMG/stère pour le transport à l'usine. Au cas où PANOMAD est disposée de tenir compte d'un prix de transport de l'ordre de 800 à 1.000 FMG/stère, il devrait être intéressant pour les bûcherons de transporter eux-mêmes le bois avec des charrettes à main si les plantations se trouvent à une distance inférieure à 10 km et si l'accès est relativement facile. Un relèvement correspondant du prix du bois, de 1.500 FMG/stère à 1.800 FMG/stère, pourrait être facilement absorbé par PANOMAD, car le bois n'intervient actuellement dans le prix de revient des panneaux que pour environ 10.000 FMG/t, contre un prix de vente d'environ 170.000 FMG/t. Un relèvement du prix du bois de 20% pourrait donc être compensé par une hausse du prix de vente d'environ 1%.

Jusqu'à présent, de telles mesures n'ont pas été prises car les approvisionnements de bois correspondaient à peu près à la capacité technique de l'usine, diminuée par le mauvais état du matériel, comme décrit dans les deux chapitres suivants. Les arrêts occasionnels dus au manque de bois furent utilisés pour des travaux de réparation. Cette situation changera si le matériel industriel de PANOMAD est renoué comme proposé.

Même avec un relèvement du prix, l'approvisionnement en bois restera saisonnier et incertain, car à certaines époques de l'année les manoeuvres préfèrent travailler dans les rizières. Pour avoir une certaine sécurité dans son approvisionnement en bois, il sera utile de doter PANOMAD d'un petit tracteur. Cette possibilité est examinée en détail dans le chapitre 1.4.4.1. Si PANOMAD ne peut pas obtenir le tracteur et si les difficultés avec les transports par chemin de fer persistent, elle devra étudier d'autres solutions, en particulier le transport par charrettes. Avec la faible incidence du coût de ces transports sur le coût total de production, PANOMAD possède une large marge de manoeuvre dans les tarifs pour ces transports et l'approvisionnement en bois ne constitue certainement pas un problème insoluble, même avec une production de panneaux nettement accrue.

1.3.3. La production

En 1980, PANOMAD a produit 978 tonnes des panneaux et vendu 944 tonnes. De la différence, environ 2,5 tonnes ont été utilisées pour la fabrication de 102 portes isoplanes dont la production venait de démarrer. Le reste se trouva en stock à la clôture de l'exercice. Pour 1981 on prévoit de produire 1.045 tonnes des panneaux, dont 1.000 tonnes seront vendues comme telles, 45 utilisées pour la fabrication de 1.800 portes isoplanes.

Dans les premiers 4 mois de 1981 PANOMAD a produit un total de 347,704 tonnes de panneaux, ce qui correspond assez bien à ce programme de production.

En 1980. le total des ventes de 944 tonnes était composé comme suit:

épaisseur 2,4 mm	244 x 122 cm	68.274 kg	
	300 x 105 "	3.800 "	
	300 x 125 "	<u>475.128 "</u>	
total en 2,4 mm			547.202 kg
épaisseur 3,2 mm	244 x 122 cm	38.113 kg	
	300 x 125 "	<u>296.772 "</u>	
total en 3,2 mm			334.885 "
épaisseur 4 mm	tout en 300 x 125 cm		34.290 "
épaisseur 5 mm	" " "		20.325 "
Divers (chutes découpées etc)			<u>7.431 "</u>
total général			944.133 kg

On voit la nette prépondérance des panneaux minces, achetés par une clientèle au pouvoir d'achat très faible. Cette tendance est renforcée par le barème de prix de vente de PANOMAD, qui est le suivant, depuis le 1 janvier 1981:

épaisseur	dimension	poids	prix par panneau
2,4 mm	3,00 x 1,25 m	9.000 kg	1.560 FMG
3,2 "	"	12.000 "	2.080 "

épaisseur	dimension	poids	prix par panneau
4 mm	3,00 x 1,25 m	15.000 kg	2.600 FMG
5 "	"	18.750 "	3.250 "
10 "	"	37.500 "	6.500 "
2,4 mm	2,44 x 1,22 m	7.320 "	1.269 "
3,2 "	"	9.760 "	1.692 "

Il est à noter que tous ces prix correspondent à un prix spécifique de 173 FMG/kg. Par kg s'entend conventionnellement le décimètre cube, la densité des panneaux étant assumée égale à 1 g/cm³.

Les coûts de production sont inférieurs pour les panneaux plus épais, comme on peut déduire du tableau suivant, indiquant les productions considérées comme normales pour les différentes épaisseurs, toujours en 8 heures de travail:

en 2,4 mm	48 charges	=	288 panneaux,	soit	2,59 t
en 3,2 "	42 "	=	252 "	"	3,02 t
en 4 "	36 "	=	216 "	"	3,24 t
en 5 "	32 "	=	192 "	"	3,6 t

Par charge s'entend une charge de la presse chaude à 6 étages, soit 6 panneaux.

Etant donnée la forte incidence des frais fixes de production, le coût de production par kg diminue considérablement avec l'augmentation de l'épaisseur des panneaux. PANOMAD maintient le prix spécifique uniforme dans un souci social, pour favoriser les couches à plus faible pouvoir d'achat.

La même considération vaut pour les portes planes, qui sont vendues aux prix suivants:

Largeur	Prix net départ usine hors T.U.T. (taxe unitaire de transaction)
0,60 m	10.300 FMG
0,70 "	12.000 "
0,80 "	13.750 "
0,90 "	15.450 "

Ces prix sont simplement proportionnels à la largeur des portes, favorisant les portes étroites. Toutes les portes ont une hauteur de 2,10 m, une épaisseur de 34 mm, et possèdent une ossature de planches de pin. Les âmes sont constituées par des lamelles en panneau de fibre (voir aussi 1.4.3.5.) obtenues à partir des découpages qui sont un sous-produit de la fabrication de portes. Les découpages que PANOMAD ne peut pas utiliser pour les âmes de portes sont soit vendus à des artisans, soit découpés ultérieurement sur la demande de différents clients. En tout cas, PANOMAD peut utiliser toutes ses chutes de taille utilisable.

La production de 1.000 t par an correspond à 75% de la capacité de production réelle de l'usine avec 2 équipes de travail. Les 25% de pertes sont dues surtout à des pannes, dues à leur tour au mauvais état du matériel.

Devant la forte demande pour les produits de PANOMAD, il semblerait logique de passer immédiatement à un travail à 3 équipes. Deux raisons principales ont dissuadé PANOMAD:

- 1.) Avec un travail continu, le pourcentage de temps perdu pour des pannes serait beaucoup plus élevé, car on essaie de faire les réparations pendant la nuit.
- 2.) L'approvisionnement en soude est très incertain et le stock existant permet la continuation de la production pour quelques mois seulement. En travaillant à 3 équipes, ce stock serait épuisé plus vite, avec le risque de devoir licencier tout le personnel.

Ces obstacles seront éliminés avec l'amélioration du matériel et un changement du processus, comme décrit dans le chapitre 1.4.3.1.

1.3.4. Le matériel industriel

Dans l'ensemble, on peut constater que l'usine est rationnellement conçue pour son programme de production. Le manque de pièces de rechange, toutefois, se fait sentir, ce qui conduit à une dégradation de la production sur le plan de la qualité et de la quantité.

PANOMAD n'a plus reçu de pièces de rechange depuis un an et demi, et faute d'un nouvel arrivage, elle devra cesser son activité dans quelques mois. Par exemple, les tuyaux flexibles qui conduisent l'eau chaude (à environ 180°C) aux étages de la presse chaude ont de nombreuses fuites qui font que la presse est continuellement enveloppée dans un épais nuage qui permet à peine de travailler. En plus, ces tuyaux flexibles éclatent

souvent et ils sont alors resoudés, ce qui les rend de plus en plus rigides. Ce n'est que grâce à l'expérience du personnel et à quelques mesures de protection que cet état de choses n'a pas donné lieu à des accidents graves.

Ceci n'est qu'un exemple; la situation en plus de détail est la suivante. (Pour les raisons déjà exposées, les processus de production est considéré comme connu.)

La station de concassage consiste en un hachoir à disque, un tamis à deux plans de tamisage et un désintégrateur qui triture les copeaux trop grands. Cette station peut produire en 4 heures les copeaux nécessaires pour environ 6 tonnes de panneaux. Elle possède donc une large réserve de capacité. Le matériel est en bon état, mais on aura bientôt besoin de nouveaux couteaux pour le hachoir et le désintégrateur. La bande transporteuse inclinée qui transporte les copeaux de la station de concassage au silo au-dessus de l'autoclave fonctionne bien et on ne s'attend pas à ce qu'elle pose des problèmes dans l'immédiat.

L'autoclave actuel ne se trouve installé que depuis 1978, après l'explosion de l'ancien. Il est plaqué d'acier inoxydable à l'intérieur, ce qui devrait lui garantir une longue vie, et est en excellent état. Une cuisson donne environ 2,8 tonnes de panneaux en moyenne, ce qui correspond à une production de 8 heures (sans pannes) pour le reste de l'usine.

Le cycle de cuisson d'une durée totale de 5 heures, est composé des étapes suivantes:

- 1 heure de préparation
- 2 heures de montée en pression
- 1 heure de palier à 8 bar
- 1 heure de décharge de vapeur et de déchargement des copeaux

La durée du cycle pourrait assez facilement être raccourcie à 4 heures en accélérant les différentes phases (à l'exception du palier). Surtout la montée en pression pourrait être plus rapide avec une chaudière améliorée comme proposé dans les chapitres 1.4.2. et 1.4.4.5.

L'autoclave ne nécessite comme pièces de rechange ou d'usure que des joints d'étanchéité.

Le système de dosage de copeaux au moulin défibreux fonctionne bien. Comme auparavant, c'est à dire avant l'explosion de l'autoclave, il y avait deux moulins et donc un double système d'alimentation, il y a même des pièces en réserve provenant du deuxième doseur qui a été récupéré après l'accident.

Le moulin défibreux est relativement nouveau, n'étant entré en service qu'en juillet 1979, et il fonctionne bien. Le stock

initial de pièces de rechange n'a pratiquement pas été touché. Le premier changement de segments a été fait récemment. En 5 heures de travail le moulin produit assez de pâte pour occuper la section de formage et de pressage des panneaux pendant 8 heures, tout en ne travaillant qu'à $3/4$ de la puissance du moteur électrique. Pour utiliser la pleine puissance du moteur électrique, il faudrait améliorer le circuit de l'air de refroidissement. Le personnel de PANOMAD connaît cette possibilité et pourrait la réaliser facilement si le besoin d'une plus grande capacité de défibrage se faisait sentir un jour. Dans ce cas, le moulin défibreux pourra facilement fournir le double de ce qui est produit actuellement.

On peut remarquer que dans tout le système de la préparation de la pâte comprenant le hachoir, l'autoclave et le moulin défibreux il y a une réserve de capacité qui permettrait de doubler la production, ce qui donne des possibilités intéressantes d'extension de l'usine, décrites dans la deuxième partie de ce rapport.

Après la sortie du moulin défibreux, la pâte tombe dans une première cuve d'où elle est pompée dans une deuxième cuve soit directement, soit à travers un épaisseur de pâte, qui sert à éliminer des impuretés solubles ou en suspension. Cet épaisseur est en état de fonctionner, mais n'est pas utilisé actuellement. Il pourrait être utile pour réduire la consommation de soude, mais les essais dans ce sens n'ont pas été concluants (voir chapitre 1.4.3.1.).

De la deuxième cuve la pâte passe à travers un régulateur de consistance aux deux cuves finales installées en parallèle, d'où la pâte va à la presse formante. Il y a donc un système de 4 cuves avec un total de 6 agitateurs (2 agitateurs dans chacune des cuves finales) et de 4 pompes à pâte.

Chez les agitateurs (malaxeurs) du type à axe vertical avec hélices, les ailes des hélices se consomment assez rapidement, mais elles sont remplacées assez facilement par le personnel de l'usine avec des ailes fabriquées avec de la tôle.

Les pompes de pâte, en fonte, montrent également une usure assez rapide, avec la nécessité de changer les couvercles de pression à peu près tous les 8 mois et les rotors tous les 2 ans.

Le régulateur de consistance n'a jamais fonctionné à cause d'une erreur initiale d'installation de la part de CTC. Le système discontinu de production employé chez PANOMAD permet de corriger très rapidement une variation de la consistance et le personnel de PANOMAD a assimilé parfaitement cette technique. Il semble donc inutile d'essayer de réactiver le régu-

lateur de consistance qui devrait être monté en dérivation et non pas directement dans le flux principal de la pâte, car il ne peut fonctionner qu'avec des vitesses relativement faibles du liquide.

Des deux cuves finales, la pâte passe à la presse formante qui assure les fonctions de formation et de pré-pressage à froid des panneaux. PANOMAD a apporté plusieurs petites modifications à cette machine qui permettent maintenant d'obtenir régulièrement un panneau humide d'épaisseur uniforme et sans points faibles aux bords. La machine subit une usure assez forte due à son mouvement alternatif - elle forme un panneau tous les 80 secondes - et à la présence de pâte qui pénètre dans les parties **mobiles**.

En particulier, les joints des pistons hydrauliques sont consommés très vite, car la surface des pistons, lisse et chromée à l'origine, est maintenant rugueuse à cause de l'usure et de la corrosion, ce qui conduit évidemment à une usure encore plus rapide de ces joints.

Des mesures pour mieux protéger ces parties contre la pâte ont été discutées avec les responsables de l'usine et avec le fournisseur de la machine, la firme allemande Dieffenbacher. Toute la tête de la presse formante sera abaissée de 9 cm, ce qui réduira le mouvement de 10%, et surtout on installera quelques tôles de protection qui dévieront la pâte hors des pistons et hors du système de crémaillères (voir 1.4.3.2.).

De cette manière, les nouvelles pièces, qui sont absolument nécessaires, auront une vie plus longue.

Les panneaux humides qui sortent de la presse formante sont ensuite pressés dans une presse chauffée à 6 étages équipée de dispositifs de chargement et déchargement automatiques. La presse chauffée montre des signes manifestes d'usure sous forme de nombreuses fuites de vapeur. Comme déjà décrit, les tuyaux flexibles qui amènent l'eau surchauffée (à environ 180°C soit à une pression effective de 9 bar) aux plateaux de la presse sont déjà en très mauvais état et éclatent souvent, ce qui conduit à des interruptions prolongées de la production. Tous les tuyaux flexibles seraient à remplacer immédiatement, mais faute de tuyaux de rechange on procède à des réparations de fortune.

Des fuites se produisent également dans les plateaux mêmes. Elles sont dues certainement à la corrosivité de l'eau chaude qui a un pH de 5,2 à 5,5, contre une valeur de 11 à 12 qui est normalement employée pour l'eau à de telles températures (voir 1.4.3.6.).

Des signes d'usure moins spectaculaires, mais également graves, se trouvent sur les cylindres hydrauliques et, en conséquence, **la durée de vie des joints d'étanchéité est très brève.**

Les tôles de pressage en acier inoxydable sont toutes plus au moins endommagées, ce qui donne une mauvaise surface aux panneaux produits. Vu la pénurie actuelle de **panneaux sur le** marché ce défaut ne freine pas les ventes de PANOMAD, mais si PANOMAD doit exporter ses produits, elle doit utiliser des tôles de pressage neuves.

Des pièces de rechange sont également nécessaires pour tout le système hydraulique à haute pression (250 at) qui dessert **tant la presse chauffée aussi bien que la presse formante.**

Les panneaux sortant de la presse chaude sont délimités dans un scie à portail qui fonctionne pratiquement sans problèmes depuis sa mise en route.

L'installation d'humidification n'est actuellement plus employée. Dans les conditions de travail actuelles, avec un épais brouillard qui enveloppe la presse chaude et des gouttes d'eau qui tombent de partout, obtenir une humidité régulière des panneaux est pratiquement impossible. Avec un matériel renoué, PANOMAD devra également songer à améliorer son produit de ce côté et la remise en route de l'installation d'humidification, avec une petite amélioration (voir 1.4.3.4.), semble indiquée.

Dans l'aire de stockage à l'intérieur du bâtiment principal un petit atelier de fabrication de portes isoplanes a été installé. Il consiste essentiellement en une petite scie et une presse à vis produite par PANOMAD même, en plus de quelques outils à main. Cette installation suffit pour la production de caractère artisanal qui est pratiquée actuellement.

Une petite amélioration de ce processus a été proposée et introduite pendant le séjour du rapporteur (voir 1.4.3.5.) et une modernisation radicale est envisagée avec le programme d'investissements proposé (voir 1.5.3.).

Parmi les services auxiliaires, il faut relever la chaudière à vapeur. Après avoir été endommagée lors de l'explosion de l'autoclave, elle a été bien réparée et se trouve en bon état quand à sa partie métallique. C'est la maçonnerie de la chambre de combustion qui est en mauvais état et qui nécessite des **réparations** fréquentes qui se font avec les matériaux (ciment, briques) disponibles localement, qui ne sont pas aptes à cette utilisation. Il faudrait refaire entièrement la maçonnerie de la chambre de combustion avec des matériaux d'importation (briques et ciment réfractaires). Ceci est proposé au chapitre 1.4.2.

La vie de la maçonnerie serait certainement prolongée si on brûlait des bûches moins grosses. Pour fendre les bûches à la main, les bûcherons sont payés 450 FMG par stère, ce qui augmente le prix de revient du bois sensiblement, de 1.500 à 1950 FMG par stère.

PANOMAD cherche à acheter surtout de l'eucalyptus de diamètre relativement petit, mais vu les difficultés d'approvisionnement, elle n'a pas beaucoup de choix. Une machine à fendre le bois résoudrait ce problème qui s'applique également pour le bois de production (voir 1.4.4.2.).

La station de pompage fonctionne bien depuis le début. Un bassin de décantation avec un filtre à sable a été construit par PANOMAD lors de la reconstruction de l'usine en 1977 - 78. Le filtre s'est avéré être un peu petit, mais cette installation a quand-même diminué les problèmes d'encrassement, surtout dans le système d'adoucissement d'eau pour la chaudière.

La station pour la préparation d'eau d'alimentation est à compléter de toute urgence par une simple installation pour l'addition de phosphate trisodique ou d'un produit équivalent pour relever la valeur pH de l'eau (voir 1.4.3.6.)

1.3.5. La situation financière

PANOMAD peut-être citée comme exemple de gestion économique, presque parcimonieuse. Il y a de nombreux exemples évidents de cet esprit économique. A Moramanga, le bâtiment administratif, prévu dès le début, n'a jamais été construit. Le directeur général et le directeur technique sont installés à l'intérieur de bâtiment industriel dans une petite pièce prévue pour les chefs d'équipe. Le bureau administratif et commercial à Antananarivo est très modeste. Le personnel est réduit au strict nécessaire. Le bois est acheté aux sources **les moins chères. On utilise au maximum le matériel usé (par exemple les plaques inoxydables de pressage endommagées sont transformées en tôles perforées pour la presse formante, comme toiles métalliques de pressage on utilise des toiles usées achetées à la papéterie PAPMAD).** Les réparations se font à l'usine même dans la mesure du possible. L'entreprise ne possède qu'un véhicule.

Grâce à cette gestion très économique, la situation financière de PANOMAD est saine malgré les difficultés dues à la conjoncture économique défavorable dans les premières années de fonctionnement, à l'accident survenu en 1976 et récemment à l'impossibilité d'obtenir des pièces de rechange.

PANOMAD a été constituée dans sa forme actuelle en 1968 comme Société d'Economie Mixte au capital de 118.450.000 FMG, dont 90.875.000 FMG, soit 76,70 pour cent étaient détenus par l'Etat. Cette participation de l'Etat est passée à la Bankin'ny Industrie (BNI, Banque pour l'Industrie, une banque nationalisée) l'année passée et PANOMAD devrait donc redevenir une société anonyme, mais cette transformation n'a pas encore été réalisée.

Les investissements de PANOMAD ont été, à l'origine, d'environ 250 millions de FMG, les investissements de réfection en 1977-79 de 65 millions. Les emprunts nécessaires ont été contractés auprès de l'actuelle BNI, qui se trouve donc à être le principal actionnaire et créateur de PANOMAD, qui toutefois jouit d'une complète autonomie.

Au 31 décembre 1980, la situation financière fut la suivante:

Actif

Investissements nets (après amortissements)	127.623.240 FMG
Dépôts et cautionnements	73.600 "
Stocks	26.224.159 "
Valeurs réalisables à court terme ou disponibles	<u>78.068.881 "</u>
	231.989.880 FMG

Passif

Capital social	118.450.000 FMG
- Report à nouveau (solde débiteur avant le résultat de l'exercice 1980)	- 78.583.720 "
Dettes à long et moyen terme	82.500.000 "
Dettes à court terme	80.833.437 "
Bénéfice net de l'exercice 1980	<u>28.790.163 "</u>
	231.989.880 FMG

Même de ce bilan très simplifié, on peut déduire que PANOMAD porte encore la charge du déficit accumulé en 1977-79, mais qu'elle l'a réduit considérablement dans le cours de l'exercice 1980. Pour 1981, un compte d'exploitation établi avec prudence

prévoit un bénéfice de plus de 40 millions de FMG, dont 10 millions seront apportés par la fabrication de portes isoplanes, activité très rentable. Dans les premiers 6 mois de 1981, ce programme a pu être maintenu, et on peut prévoir que l'entreprise aura vite épongé son déficit, à condition, toutefois, qu'elle ne soit pas obligée à arrêter complètement son activité si quelques pièces de son matériel s'avèrent être irréparables. Si elle pouvait fonctionner à 3 équipes à un rythme normal, même sans les nouvelles productions proposées dans le présent rapport, elle aurait **absorbé tout son** déficit en moins de 6 mois, dans les conditions de marché actuelles.

1.4. Améliorations sans changer la gamme de production

1.4.1. Généralités

L'opportunité et même la nécessité d'effectuer de nombreuses améliorations sont évidentes. Il s'agit de permettre à une entreprise bien gérée, avec un personnel très compétent, d'utiliser à plein ses possibilités. Avec des investissements relativement très modestes, on pourra doubler le volume de la production, améliorer sa qualité, diminuer le prix de revient et diminuer également la dépendance de l'entreprise des approvisionnements de l'extérieur.

Au niveau de l'entreprise, ce programme lui permettrait d'éponger en quelques mois son déficit accumulé, si la situation actuelle du marché persiste. Si le marché intérieur se retrécit ou si PANOMAD est obligée à gagner elle-même les devises dont elle a besoin pour continuer à fonctionner, ces améliorations seront nécessaires pour la mettre en mesure de produire une marchandise exportable.

Au niveau de l'économie nationale, il s'agit d'un côté de satisfaire la demande pour un produit bon marché aux utilisations multiples, de l'autre côté de donner une contribution aux exportations qu'il faudra développer si l'économie ne doit pas retomber à un niveau dépassé depuis de nombreuses années.

1.4.2. Améliorations consistant essentiellement en le renouvellement du matériel existant

Le mauvais état d'une grande partie du matériel demande le remplacement de nombreuses pièces. En même temps, on essaiera d'apporter de petites améliorations au matériel existant, surtout en ce qui concerne la presse formante et la presse à étages.

La liste détaillée des pièces nécessaires et de leur coût départ port européen est donnée en **annexe I**. Le montant total est de 46.096.215 FMG.

Une remarque est toutefois nécessaire pour la position de loin la plus coûteuse de ce programme, le jeu de plateaux de pressage pour la presse à étages (pos. 4.23.) coûtant 121.440 DM, soit 15.180.000 FMG. Le remplacement de tous les plateaux avec les tuyaux joints a semblé nécessaire, car, comme mentionné au chapitre 1.3.4., il y a des fuites de vapeur dans ces plateaux et toutes les réparations, faites essentielle-

ment par soudure, n'ont pas apporté une solution définitive. Les fuites réapparaissent très vite. A cause de l'acidité de l'eau surchauffée il est évident qu'il s'agit d'un phénomène assez normal de corrosion qui se manifeste en premier lieu dans les soudures. Avec une eau basique comme prévu (voir chapitre 1.4.3.6.) il sera possible de réparer les plateaux d'une manière durable, et de remplacer seulement les tuyaux qui rattachent ces plateaux aux tuyaux flexibles (qui seront également remplacés). Ce sera un travail assez long, mais certainement justifié par rapport au coût très élevé du jeu complet des plateaux. Du reste, le changement des plateaux serait également une opération difficile, demandant le démontage de toute la presse à étages, alors que PANOMAD ne dispose pas de grue.

Le besoin en pièces pour cette réparation devra encore être déterminé par PANOMAD. On peut estimer que ce matériel ne coûtera pas plus de 20.000 DM et qu'on économisera ainsi au moins 100.000 DM (12,5 millions de FMG).

En général, les prix indiqués dans cette liste de matériel sont basés sur des offres f.o.b. Pour certains matériels, en général de faible valeur, il n'a pas été possible d'obtenir des offres f.o.b. et ces indications de prix sont précédées de la mention env. (environ).

Au total, en remplaçant la position 4.23. de 121.440 DM par une de 20.000 DM, le coût f.o.b. de ce matériel s'élève à 209.383.72 DM + 38.629 FF + 295.100 Schillings autrichiens soit l'équivalent de 33.416.000 FMG. Le coût du transport maritime avec assurance (poids 50 t, dont la moitié machines, l'autre moitié du matériel réfractaire pour la chaudière) sera de près de 4.000.000 FMG, ce qui donne un coût total en devises d'environ 37.000.000 FMG. Les frais de transit (sans droits de douane) et de transport ferroviaire seront d'environ 1.500.000 FMG. Le coût du montage est difficile à évaluer avec précision. Tout ce matériel peut être installé par le personnel de PANOMAD. En grande partie, il s'agira même d'opérations routinières. Seulement les travaux sur la presse formante, sur la presse chauffée à étages et sur la chaudière demanderont un arrêt prolongé du travail. Un mois de travail, coûtant 2.500.000 FMG environ, devrait suffire pour l'ensemble des travaux de rénovation.

Il y a lieu d'ajouter quelques petits achats locaux et la collaboration de quelques personnes **qualifiées** extérieures à l'usine, dont le coût sera de l'ordre de 1 million de FMG. Le coût total du programme de renouveau peut donc être évalué à environ 42 millions de FMG.

Le perte de production n'est pas prise en considération dans ce calcul, car le renouveau du matériel existant constitue une nécessité technique absolue.

1.4.3. Améliorations consistant essentiellement en des changements du processus de production, sans investissements supplémentaires

Dans une usine fonctionnant depuis plus de dix ans les possibilités d'apporter des améliorations sans investissements supplémentaires sont limitées. Toutefois, quelques améliorations ont pu être proposées et élaborées avec la collaboration des techniciens de PANOMAD.

1.4.3.1. Réduction de la consommation de soude

PANOMAD cuit les copeaux dans l'autoclave sphérique avec addition de soude, qui est ajoutée en blocs dans l'autoclave même, de manière à neutraliser les acides (surtout acide acétique et acide formique) qui se forment pendant la cuisson du bois, pour obtenir un pâte neutre à la fin de la cuisson. Pour cette opération, on consomme environ 55 kg de soude caustique par tonne de panneaux produits. Le coût de la soude (à environ 250 FMG par kg) est de 13.750 FMG par tonne de panneaux. Il est donc sensiblement le même que celui du bois de production et de chauffage, (9 stères à 1.500 FMG, soit 13.500 FMG, par tonne de panneaux).

La consommation de soude constitue donc un élément important du coût de production, et, surtout, cette soude doit être importée en totalité, et, faute de licences d'importation et d'allocations de devises correspondant à ces importations, PANOMAD sera bientôt obligée à arrêter son activité.

Deux voies s'offrent pour réduire radicalement la consommation de soude.

En premier lieu, on peut faire la cuisson acide, sans addition d'agent basique. Une cuisson neutre était une nécessité avec l'ancien autoclave en acier ordinaire, mais vu que maintenant PANOMAD est équipée d'un autoclave en acier inoxydable on pourrait faire la cuisson sans addition de soude comme c'est le cas, par exemple, dans l'usine similaire au Kenya.

Toutefois, il est utile de neutraliser la pâte pour ne pas avoir des problèmes de corrosion trop grands.

Il a donc été proposé de faire la cuisson acide sans soude, ce qui offrira même un petit avantage supplémentaire, car cette cuisson est plus rapide et consomme donc moins de vapeur, de défibrer ces copeaux cuits dans le moulin Defibrator qui est en acier inoxydable, et de faire ensuite un lavage de la pâte dans l'épaississeur (égoutteur), éliminant ainsi une bonne partie des acides qui se sont formés pendant la cuisson. La neu-

tralisation de la pâte se fait alors dans la deuxième cuve par addition de soude, mais en quantité nettement moindre.

Deuxièmement, on peut remplacer la soude ajoutée dans l'autoclave par de la chaux, qui coûte à peu près la moitié, et, surtout, qui est produite localement.

Des essais ont été faits à l'usine pendant le séjour du rapporteur pour trouver le meilleur processus. Le résultat de ces essais a été le suivant:

Avec la cuisson acide, on obtient des copeaux bien cuits, qui se défibrent facilement, à des pressions plus basses et avec des durées de cuisson plus brèves que pour la cuisson neutre; par exemple avec une montée en pression d'une heure jusqu'à 5 bar effectifs suivie d'un palier d'une **demie heure à 5 bar**. (Une température plus élevée correspond à une durée réduite pour obtenir le même degré de cuisson.) La neutralisation de la pâte peut se faire avec environ 1 pour cent de soude, toujours par rapport au poids des panneaux produits, si on se passe du lavage de la pâte à l'épaississeur. Avec le lavage, la consommation de soude tombe à environ 0,5 pour cent. La neutralisation peut également être faite avec de la chaux en des quantités sensiblement égales à celles de soude. La chaux utilisée était de la chaux éteinte à badigeon importée, de bonne qualité.

Cependant, nous n'avons pas réussi à obtenir une qualité de panneaux tout à fait satisfaisante. Plusieurs paramètres ont été changés (température et durée de cuisson, excès d'eau dans l'autoclave, neutralisation plus ou moins poussée), mais les panneaux restaient moins forts et plus cassants que ceux produits suivant le processus habituel.

Ce résultat doit être considéré comme surprenant vu l'expérience au Kenya, où on fait une cuisson acide et où la résistance mécanique des panneaux a toujours été excellente.

Ce comportement différent peut être dû à une différence entre les essences d'eucalyptus utilisées, qui sont surtout eucalyptus globulus au Kenya, eucalyptus robusta à Madagascar, mais de nombreux autres paramètres sont également à considérer. (L'échange d'expériences techniques entre les usines kenyane et malagasy est en train d'être réalisé.)

Pour ne pas trop déranger la production normale, et à cause des interruptions dues à des pannes mécaniques, seulement un nombre limité d'essais a pu être fait et il n'a donc pas été possible d'analyser l'influence de tous les paramètres. Il est possible, et même probable, qu'avec un processus bien adapté la cuisson acide donne des panneaux aussi bons que la cuisson neutre, mais des essais ultérieurs restent à être faits. Ils pourront se faire beaucoup plus facilement quand le matériel de l'usine aura été remis en état.

Par contre, la neutralisation à la chaux dans l'autoclave n'a pas donné de changements apparents par rapport à la neutralisation à la soude. Ce résultat est très important, car il donne à PANOMAD l'assurance de pouvoir travailler sans dépendre des importations de soude (à condition, toutefois, de pouvoir remettre en état certains matériels), et aussi de baisser son prix de revient. La quantité de chaux employée a été la même que celle de soude, soit 5,5 pour cent en poids, et le prix de la chaux, à 130 FMG par kg, est sensiblement la moitié de celui de la soude. Ce prix est valable pour de la chaux importée en sacs de 30 kg, qui se trouve encore dans le commerce.

L'on peut penser que des sels de calcium iront se déposer dans les panneaux, que ces sels seront similaires au calcaire (donc durs) et qu'ils conduiront à une usure plus rapide des dents de scie. Il n'a pas été possible de constater cet effet dans la quantité limitée de panneaux produits par ce processus.

Il n'y a pratiquement pas d'investissements à faire pour pouvoir travailler avec de la chaux à la place de la soude, toujours avec neutralisation dans l'autoclave. Dans les essais, la chaux a été simplement jetée dans l'autoclave, comme on faisait avec la soude. Il faut toutefois considérer que c'était une bonne chaux, fine, d'importation. Si on veut utiliser la chaux locale, on devrait préparer du lait de chaux et le verser dans l'autoclave soit à la main, soit avec une petite pompe. De cette manière, les cailloux et parties incuites qui peuvent être contenus dans la chaux n'entreront pas dans le processus où ils risquent de faire des dégâts, surtout dans le moulin défibreux.

Il est à noter que même une chaux dolomitique devrait convenir à cette utilisation. Ceci pourrait avoir de l'importance si la chaux est produite dans les installations artisanales existant à Ambatolampy et à Antsirabé, où il y a beaucoup de calcaire dolomitique, mais peu de calcaire pur.

Il existe un projet pour un four à chaux moderne à Antsirabé, mais il risque de se trouver en concurrence pour les gisements de calcaire pur avec la cimenterie en construction. D'autres fours artisanaux semblent exister à Morondava et Tuléar.

L'utilisation de la chaux rendra même inutile la construction d'un dissolvant qui serait indiqué pour la soude, car le maniement de la soude caustique solide est dangereux. La chaux, contrairement à la soude, ne se dissout que très peu dans l'eau et un dissolvant ne fonctionnerait pas avec la chaux. Le lait de chaux peut être préparé à la main, comme on fait traditionnellement dans les activités du bâtiment.

Par contre, la cuisson acide avec neutralisation ultérieure dans la cuve demandera quelques investissements. Il faudra:

- revêtir les deux premières cuves avec une peinture epoxy ou similaire, résistant aux acides
- changer les malaxeurs actuels de la première et de la deuxième cuve contre d'autres en acier inoxydable
- changer la pompe à pâte actuelle de la première cuve contre une en acier inoxydable
- remplacer la tuyauterie actuelle entre la première et la deuxième cuve par une en plastique ou en acier inoxydable
- remplacer une courte tuyauterie près de l'autoclave par une en acier inoxydable.

Le coût de ce programme peut être évalué comme suit:

2 agitateurs EKATO, Ø 600 mm ,sans moteurs	23.756 DM
1 pompe KSB en inox	env. 12.000 "
24 m de tuyauterie en inox, Ø 110mm à faible pression (10% de réserve)	env. 2.000 "
16 brides correspondants (2 de réserve)	env. 2.000 "
7 coudes correspondantes (1 de réserve)	env. 700 "
1 bride, Ø 65 mm	env. 50 "
1,50 m tuyau en inox Ø 110 mm, pression nominale (p.n.) 16 bar	env. 200 "
2 brides correspondantes	env. 300 "
0,5 m tuyau en inox Ø 150 mm, p.n. 25 bar	env. 100 "
1 bride correspondante	env. 200 "
1 bride Ø 80 mm, p.n. 25 bar	env. 100 "
boulons, joints, baguettes de soudure etc.	env. 1.000 "
peinture epoxy	env. 500 "
total	env. 42.906 DM

soit environ 5.360.000 FMG

Avec transport et montage on peut estimer le coût de ces modifications à 7.000.000 FMG, sans compter la perte de production due à l'arrêt de la fabrication.

1.4.3.2. Modifications de la presse formante

Ces modifications ont été discutées en détail sur place à Moramanga. Les mesures suivantes sont prévues:

La tête de la presse sera abaissée de 9 cm. Le matériel correspondant consiste en 8 boulons de fixation plus 2 de réserve qui seront plus longs de 9 cm que les anciens. Ils sont offerts par Dieffenbacher, le fournisseur de la presse, au prix total de 61,20 DM, et ils sont inclus dans le chapitre 1.4.2. (pos. 4.15.).

En plus, il faudra intercaler 8 pièces d'acier de 9 cm d'épaisseur entre le plateau supérieur de la presse et le cadre. Ces pièces d'acier seront procurées localement, à un coût négligeable.

Les avantages, décrits ci-dessous, dérivant de cette modification devraient être considérables.

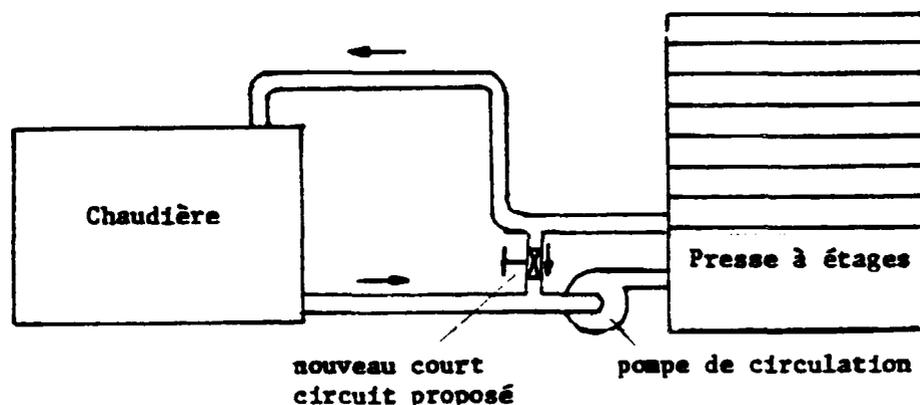
- Avec une diminution de presque la moitié de la hauteur de chute des panneaux humides (les panneaux humides se forment contre la tête de la presse formante, d'où ils sont dégagés avec de l'air comprimé pour tomber sur une toile métallique soutenue par une tôle de transport), la rupture de ces panneaux ne devrait pratiquement plus se manifester.
- Les panneaux humides tomberont avec plus de précision sur les tôles de transport, et on perdra donc moins de temps pour les réajuster à la main avant leur entrée dans la presse à étages.
- Une course réduite de 10% réduira d'autant l'usure des pistons et des joints d'étanchéité.
- Toujours à cause de la course réduite, on gagnera près de 2 secondes par cycle, sur une durée du cycle qui est de 80 secondes en de bonnes conditions.

En plus de cet abaissement de la tête de la presse formante, on protégera la partie inférieure de la machine contre les retombées de pâte avec quelques tôles. Les roues dentées qui assurent le parallélisme du mouvement seront couvertes de capuchons de tôle, et la partie mobile de la presse (la table) recevra un tablier de tôle qui déviara la pâte loin de cet engrenage.

Ce travail sera fait par PANOMAD avec quelques tôles de récupération d'un coût négligeable.

1.4.3.3. Modification du circuit d'eau chaude

Une conduite de court circuit sera installé dans le circuit d'eau surchauffé qui alimente la presse à étages de manière à pouvoir régler avec une vanne la température de l'eau d'alimentation de la presse indépendamment de la température dans la chaudière, comme le montre le schéma suivant:



Il est en effet préférable d'avoir une température relativement basse dans la presse, de l'ordre de 160 - 170°C, pour ne pas noircir la surface de panneaux et pour que les panneaux se dégagent mieux des tôles de pressage et des toiles métalliques, tout en maintenant une température d'environ 200°C (16 bar de pression) dans la chaudière, de manière à avoir une certaine réserve de chaleur (ou de vapeur) quand on commence le chauffage de l'autoclave.

Cette conduite sera également utile pour éviter la formation de bulles de vapeur dans la pompe de circulation. Jusqu'à présent, ce danger était diminué par l'absence d'isolation sur le tuyau d'eau chaude, ce qui avait comme conséquence que l'eau arrivait à la pompe à une température nettement inférieure à celle qui correspond à la pression qui règne dans la système.

Il sera possible d'installer la vanne avec un tuyau très court, de l'ordre de 1 m de longueur, de telle manière qu'elle sera directement accessible par l'opérateur de la presse à étages de son pupitre. Il pourra donc intervenir promptement pour corriger la température dans la presse.

Les pièces nécessaires pour réaliser cette modification sont une vanne de 150 mm, et un petit tuyau du même diamètre. Ce matériel se trouve dans le stock de pièces de rechange de PANOMAD, mais il sera utile de remplacer la vanne si elle est utilisée pour

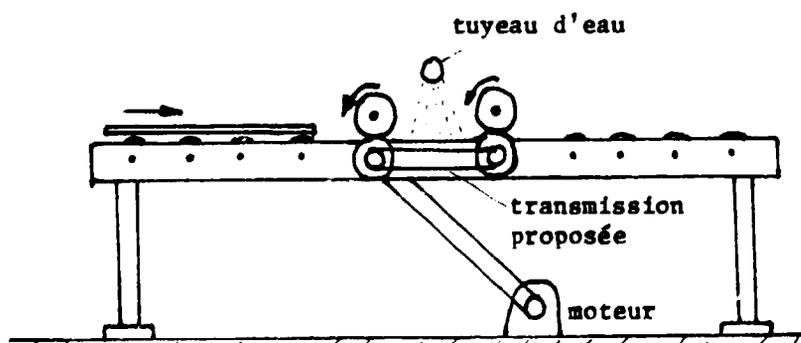
ce but. Elle est offerte par ARF Armaturenvertrieb au prix de 739,85 DM f.o.b. en emballage maritime.

Ce court-circuit sera réalisé par PANOMAD à la prochaine fermeture prolongée avec le matériel qu'elle tient en stock. Le coût total de cette opération peut être estimé à 150.000 FMG.

1.4.3.4. Modification du dispositif d'humidification

Comme expliqué au chapitre 1.3.4., ce dispositif est actuellement écarté, mais il sera utile de le réactiver lors du renouveau général de l'usine. Pour connaître le meilleur pourcentage d'eau ajoutée dans cette opération, PANOMAD devra collaborer avec les fabricants de meubles qui utilisent ses panneaux, par exemple avec la Société Bonnet, le plus grand actionnaire de PANOMAD après la BNI. Une humidité de l'ordre de 8 pour cent est généralement admise comme acceptable.

Il sera alors utile de modifier légèrement le dispositif d'humidification. Dans sa forme actuelle, cette machine entraîne les panneaux sous la douche d'eau avec une seule paire de rouleaux actionnée par un moteur électrique. Par conséquent, une partie du panneau reste sous la douche si un deuxième ouvrier (le premier alimente la machine en panneaux) ne reprend pas le panneau promptement pour le faire ressortir de la douche. Il devrait faire ce mouvement à la même vitesse que celle imprimée par les rouleaux entraînés par le moteur pour que l'humidification soit uniforme sur toute la longueur de panneau. Une deuxième paire de rouleaux entraînée par le même moteur devrait assurer la sortie des panneaux, comme indiqué dans le petit schéma ci dessous.



La transmission du mouvement à cette deuxième paire de rouleaux pourrait se faire par exemple avec une chaîne de bicyclette à partir de la première paire de rouleaux, sur le côté opposé à celui où se trouve la transmission déjà existante.

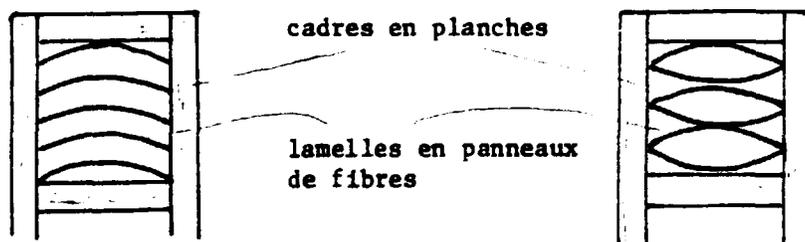
Le coût de cette modification n'a pas été chiffré. Il sera certainement très modeste.

1.4.3.5. Modifications des portes isoplanes

Une modification a déjà été mise en application pendant le séjour du rapporteur. L'âme des portes était constituée par un réseau de lamelles de panneaux de fibres entaillées et composées pour former une structure alvéolaire.

Ce procédé, qui est classique, demande beaucoup de travail et se prête bien pour des lamelles rigides, par exemple de bois scié, mais non pas pour un matériau aussi souple que les panneaux de fibres, surtout si l'épaisseur des panneaux n'est pas très régulière, ce qui fait que les lamelles ont du jeu dans les entailles des autres lamelles avec lesquelles elles se croisent.

Une âme beaucoup plus simple, avec des lamelles simplement courbées, a été introduite avec succès. Les lamelles étaient d'abord disposées en parallèle (croquis à gauche), mais les ouvriers ont préféré une disposition différente (croquis à droite), qui a été retenue.

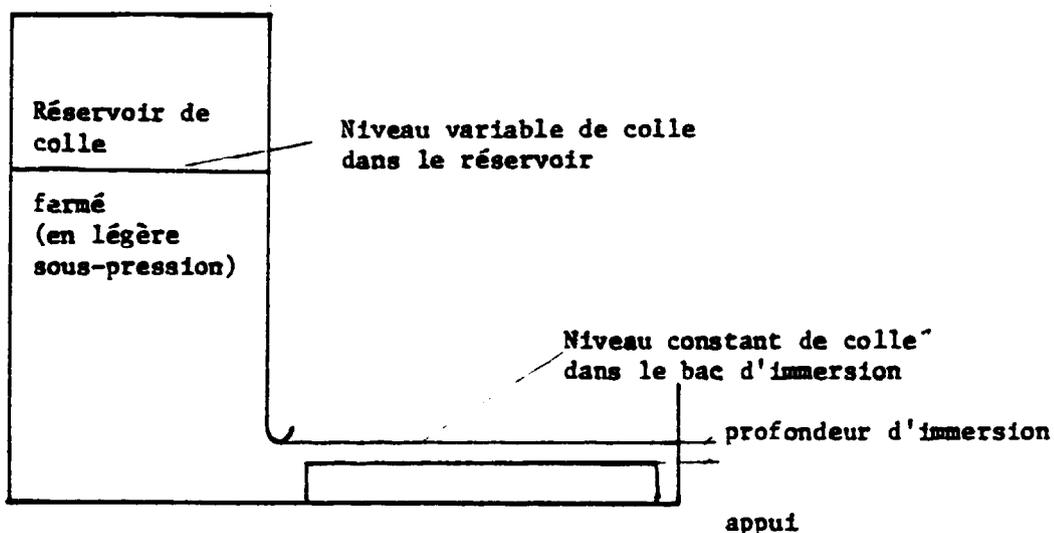


Avec ces âmes modifiées, le travail se trouve facilité et accéléré, et les portes sont plus rigides et plus planes.

En même temps, la consommation de colle a été réduite légèrement. Avec les structures alvéolaires, la colle était appliquée sur les âmes déjà disposées dans leurs cadres, comme sur les cadres mêmes, avec un rouleau, ce qui ne permettait pas un bon dosage de la colle, qui avait tendance à couler dans l'intérieur des alvéoles. Avec les lamelles simplement insérées dans le cadre, on peut appliquer la colle auparavant sur des blocs compacts de lamelles, appliquant la colle seulement sur les

chants des lamelles. L'économie de colle ainsi obtenue n'a pas été mesurée. Elle pourrait être de l'ordre de 100 - 200 grammes par porte, soit 110 - 220 FMG par porte. Actuellement on consomme en moyenne près de 1,5 kg de colle par porte.

On pourrait également se passer du rouleau pour ce travail et immerger les lamelles dans un bain de colle profond de quelques millimètres. Pour maintenir constante la profondeur du bain de colle, on pourrait réaliser un dispositif très simple pour le maintien du niveau, comme indiqué dans le croquis ci-dessous:



Le coût de la colle, qui est achetée à 1100 FMG/kg, paraît très élevé. Si PANOMAD pouvait importer la colle directement sous forme de poudre, elle ferait de grosses économies. Chez TIM-SALES au Kenya on utilise la résine Urée-formol de CIBA, achetée à l'importateur au prix de 300 FMG / kg avec le durcisseur incorporé. D'autres marques de colle en poudre, par exemple Kaurit de BASF devraient également convenir.

Une autre modification que PANOMAD pourrait considérer serait la réduction de la hauteur des portes, surtout si elle augmente sa production et s'adresse donc à une clientèle plus vaste et plus pauvre. En Europe, la hauteur la plus répandue est de 204 cm, ce qui correspond aux Normes françaises. Une telle hauteur serait à considérer comme un maximum à Madagascar. La hauteur actuelle des portes PANOMAD, de 210 cm, devrait être réservée à des cas spéciaux. Une hauteur de l'ordre de 190 - 200 cm pourrait être bien adaptée au marché malgache.

1.4.3.6. Modification du traitement de l'eau d'alimentation de la chaudière

Probablement lors de la réfection de la chaudière, qui avait été considérablement **endommagée** par l'explosion de l'autoclave, le système de traitement de l'eau d'alimentation n'a pas été reconstruit complètement et l'eau entre dans la chaudière avec un pH légèrement acide de 5,2 à 5,5 qu'elle possède à sa prise dans la rivière, alors qu'on emploie normalement dans des chaudières avec des températures de l'ordre de 200°C une eau nettement basique, avec un pH de 11 à 12.

Ce fait allarmant, qui explique les nombreuses corrosions dans tout le système d'eau chaude, a été découvert seulement vers la fin du séjour du rapporteur à Madagascar. Il a alors été décidé que PANOMAD devait prendre contact avec la papéterie PAPMAD, avec laquelle elle a déjà collaboré en d'autres occasions et qui possède une chaudière plus puissante travaillant à 25 bar, sans attendre le présent rapport. Avec les techniciens de PAPMAD, PANOMAD mettra au point un système simple d'addition de phosphate trisodique ou d'un produit similaire et l'installera de toute urgence, avant que la corrosion dans le système d'eau chaude ne progresse trop.

Ce point n'est donc pas traité en plus de détail dans ce rapport.

1.4.4. Améliorations consistant essentiellement en l'installation de matériel supplémentaire

Dans l'ensemble, le matériel industriel de PANOMAD correspond assez bien à ses besoins. Quelques investissements supplémentaires semblent toutefois indiqués à la lumière de l'expérience acquise dans le fonctionnement de l'usine ou à la suite des conditions économiques changées.

L'évaluation du coût des différents matériels proposés se base sur des offres de fournisseurs réputés, et les machines proposées sont indiquées avec marque et type. Les propositions, cependant, ne peuvent avoir qu'une valeur d'exemple, car aucune étude comparative de différents matériels du même type n'a été faite. Avant de passer des commandes, il sera nécessaire de chercher d'autres propositions de fabricants de matériel.

1.4.4.1. Tracteur

PANOMAD possédait jusqu'en 1976 un camion qui doit être considéré comme définitivement irréparable. Il ne fut pas remplacé car l'usine était alors en graves difficultés financières à la suite de l'accident déjà mentionné, et n'en avait pas vraiment besoin jusqu'en 1979. Avec les difficultés actuelles dans les transports, PANOMAD devrait avoir la possibilité d'assurer un minimum de transports elle-même, surtout si sa production est portée à 2.000 t/an comme proposé. Comme ces transports porteront essentiellement sur le bois, un tracteur semble mieux adapté et surtout plus économique qu'un camion. Il faut prévoir deux **remorques** fabriquées localement et le tracteur pourra alors travailler avec ces deux remorques sans perdre du temps en attendant le chargement ou déchargement.

Un tracteur de 50 CV DIN (37 kW) par exemple du type John Deere 1040, ou un autre similaire, qui devrait toutefois être assez courant à Madagascar, semble bien adapté.

Ce tracteur coûte chez le représentant à Antananarivo 4,2 millions de FMG + T.U.T. (10%, récupérable) avec 2 roues motrices et
6 millions de FMG + T.U.T. avec 4 roues motrices.

En outre, comme l'importateur manque de pièces de rechange (faute d'allocation de devises) il faudrait inclure dans le financement initial au moins 10 pour cent pour les pièces de rechange.

Une remorque de capacité utile de 4 à 5 tonnes fabriquée localement **coûterait** chez la même maison commerciale 1.350.000 FMG + T.U.T.

Un tracteur à 2 roues motrices devrait suffire, car il roulera surtout sur des routes ou des chemins forestiers, mais non pas dans la boue profonde des champs. Avec le tracteur, on devrait acheter une remorque. Après essai, on pourra soit en acheter une autre, soit en fabriquer une chez PANOMAD.

Pour pouvoir acheter un tracteur, le client doit disposer lui-même des devises nécessaires. Les remorques sont fabriquées avec des pièces de récupération et peuvent être achetées contre des FMG.

Au total, il faut compter avec un investissement de 7.320.000 FMG + T.U.T. décomposé comme suit:

	FMG
- tracteur	4.200.000
- pièces de rechange pour tracteur	420.000
- deux remorques à FMG 1.350.000 chaque	2.700.000

1.4.4.2. Machine fendeuse

Quand les transports étaient plus faciles, PANOMAD pouvait généralement choisir du bois d'eucalyptus de diamètre relativement faible. Les rares bûches grosses étaient fendues à la main. Maintenant, elle doit acheter le bois le plus accessible, et cette situation ne changera pas avec l'achat du tracteur, car il est prévu de doubler la production et donc la consommation de bois. Les grosses bûches doivent être fendues car le hachoir à disque n'accepte que des bois ayant un diamètre maximum de 160 mm, et dans la chaudière les grosses bûches abîment la maçonnerie.

On prévoit l'achat d'une fendeuse hydraulique consistant essentiellement en un coin en acier mû par un piston hydraulique. Une telle machine fonctionne bien à l'usine de panneaux de fibres au Kenya. Elle peut être fournie par la firme suisse Söffert-Bürner au prix d'environ 12.000 DM f.o.b. Le coût installé, avec du petit matériel d'installation et un petit abri, peut être estimé à 2.500.000 FMG.

Une petite amélioration de cette machine, facilitant le travail et donnant plus de sécurité aux travailleurs, est discutée dans un rapport publié récemment par l'ONUDI: "Mechanization and Automation Possibilities in the Wood-Based Panels Industry" par H. P. Brion (ID/WG.335/4, pages 71 à 74^{1/}). Le coût de cette amélioration, qui pourra être réalisée localement, est évalué à 570 US\$ (env. 160 000 FMG).

1.4.4.3. Hotte d'aspiration au-dessus de la presse à étages

Normalement, dans les usines de panneaux de fibres durs il y a toujours une aspiration de vapeur et de fumées au dessus de la presse à étages. Chez PANOMAD, avec sa production limitée, une telle aspiration n'est pas une nécessité technique et à l'origine la vapeur dégagée dans l'opération de pressage se repandait librement dans le bâtiment de production pour se disperser à travers des ouvertures dans le toit. Toutefois, la structure métallique au-dessus de la presse montre des signes de corrosion et les gouttes de condensation qui tombent de la toiture peuvent faire des tâches sur les panneaux fraîchement produits.

Plus tard, PANOMAD a construit au-dessus de la presse chaude une hotte faite de panneaux de fibres avec une cheminée à tirage naturel, mais faute d'aspiration forcée son effet est négligeable.

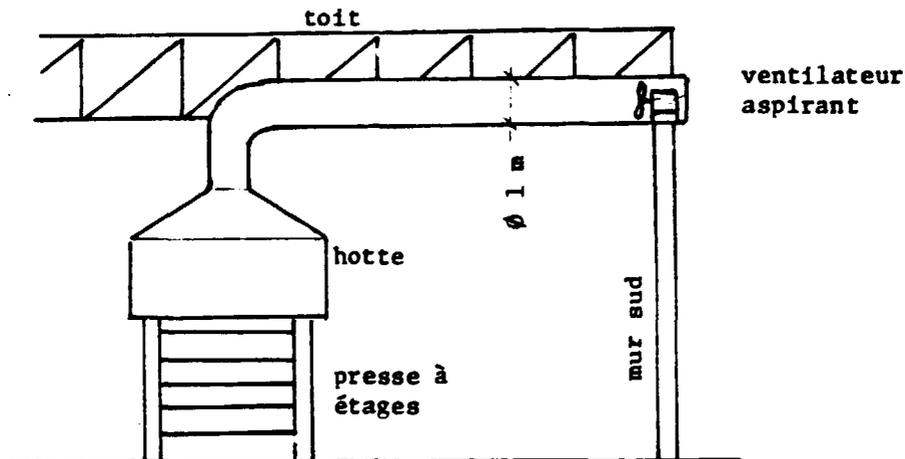
Il s'agirait de refaire la hotte et de la doter d'un ventilateur aspirant. Ce ventilateur pourrait être posé sur le mur du bâtiment principal, de préférence sur le côté route (sud).

1/ Voir Annexe II pour la traduction de ce texte.

Il sera relié à la hotte par un tuyau en tôle de diamètre approprié, d'une longueur d'environ 10 m. Pour déterminer les données technique de cet oeuvre, quelques calculs techniques sont nécessaires.

La presse mesure 3,50 m de long et 2,10 m de large. Entre la hotte et la presse il y a lieu de laisser un espace libre de 50 cm ce qui donne une section libre d'aspiration de 6,60 m². Pour être efficace, la vitesse d'aspiration doit être au moins de 1 m/sec, ce qui donne un volume d'aspiration de 7 à 10 m³/sec. Dans le tuyau qui mène de la hotte au ventilateur, une vitesse de 10 m/sec peut être admise. Les pertes de pression correspondantes peuvent être estimées à 15 mm de colonne d'eau, d'où une puissance théorique de 1,5 kW. Avec le rendement du ventilateur, un moteur de 3 kW de puissance est à prévoir.

La section du tuyau sera de 0,7 à 1 m². Un diamètre de 1 m, correspondant à une section de 0,79 m², conviendrait donc. L'ensemble est montré schématiquement dans le croquis ci-après.



La hotte elle-même peut être réalisée en tôle d'aluminium de 2 mm d'épaisseur, le tuyau en tôle d'aluminium de 1 mm. Il faut prévoir un besoin, avec quelques chutes, de 46 m² de tôle de 2 mm, de 46 m² de tôle de 1 mm et de 60 m linéaires de cornière de 40 x 40 mm de 4 mm d'épaisseur.

Le coût correspondant départ Vienne (Autriche) est:

46 m2 de tôle de 2 mm à 260 öS/m2	=	11.960 öS
46 m2 " " " 1 mm à 135 öS/m2	=	6.210 öS
60 m de cornière à 50 öS/m	=	<u>3.000 öS</u>
		21.170 öS

Ces prix sont valables pour de l'aluminium à 99,8% (cette grande pureté est indiquée pour que le métal résiste bien aux agents corrosifs) au début de l'année 1982.

Le ventilateur lui-même peut être fourni par la firme autrichienne Simmon au prix de 14.900 öS départ usine, sans emballage, avec un moteur de 4 kW résistant à une température du milieu de 80°C, (il peut donc être installé directement dans le courant de vapeur) monté dans un bref tuyau de 1 m de diamètre, facile à monter.

Le coût total du dispositif d'aspiration sera donc de öS 36.070, équivalent à 650.000 FMG départ usine, soit environ 800.000 FMG rendu Madagascar ou 1.000.000 FMG installé.

1.4.4.4. Maintien automatique de la pression dans la presse à étages

PANOMAD emploie un cycle de pressage très simple dans la presse chauffée. Il consiste en une très brève phase à haute pression, c'est à dire à 35 - 40 kg/cm² sur la superficie des panneaux, suivie d'une phase de dégazage à 7 - 8 kg/cm² qui dure 5 à 10 minutes. Tout ce cycle est réglé manuellement, et le maintien du "palier" de la deuxième phase se fait avec de simples petites vannes type robinet d'eau. Ces vannes s'usent très vite, car elles sont plutôt des vannes de fermeture qui ne sont pas adaptées à une manipulation intense. 4 vannes doivent être remplacées tous les 3 mois environ. Leur coût (voir position 4.17. de la liste de pièces) est de 99.06 DM/pièce.

Un autre inconvénient de ce système est qu'il demande l'attention constante de l'opérateur de la presse, car la pression risque de tomber à un niveau si bas que la pression de la vapeur contenue dans les panneaux humides les fait éclater. Un tel éclatement provoque non seulement la perte d'une charge de 6 panneaux, mais surtout un arrêt prolongé de plusieurs heures pour nettoyer la presse.

Il est donc proposé d'installer un dispositif pour le maintien automatique de la pression de palier. Un tel dispositif fonctionne bien dans l'usine du Kenya. Il peut être fourni par la maison Dieffenbacher au prix d'environ 8.000 DM. S'agissant d'un petit appareil compact, relativement facile à installer,

son coût, y compris transport et montage, peut être évalué à 10.000 DM, soit 1.250.000 FMG.

1.4.4.5. Isolation thermique

Le fournisseur général CTC aurait dû fournir et installer l'isolation thermique des tuyaux de vapeur et d'eau chaude, mais ne l'a pas fait. Une somme correspondante a été déduite du **paiement** final fait à CTC, mais l'isolation n'a jamais été réalisée, car l'usine fonctionnait convenablement sans cette isolation et manquait de moyens financiers.

Toutefois, cet investissement serait hautement rentable (voir 1.4.5.) et il améliorerait le fonctionnement de l'usine. Il équivaldrait à une augmentation de la capacité de la chaudière, permettant par exemple un chauffage plus rapide de l'autoclave. Avec les nouvelles productions proposées au chapitre 1.5., qui auront une certaine consommation de chaleur, un tel accroissement de la disponibilité utile de chaleur est fort souhaitable.

Comme toutes les isolations resteront à l'intérieur du bâtiment, un matériau très économique sera suffisant. Il consistera en feutres de laine de verre ou de laine de roche, cousus sur du carton ondulé, qui seront maintenus sur les tuyaux par des bandes de papier huilé et de gaze. Ce matériau fonctionne bien dans l'usine de panneaux de fibres au Kenya. Une épaisseur de 20 mm semble suffisante et elle permet une installation facile même **autour** de petits diamètres. En tenant compte de quelques réserves, en particulier pour les nouvelles installations proposées, on peut prévoir une surface de 75 m², soit 20 rouleaux de feutre, 1 carton de 50 rouleaux (soit un total de 156 m²) de papier huilé et 100 rouleaux (soit 100 m²) de gaze.

Les prix départ Hamburg sont, d'après la liste de prix de la maison Horst Waldow GmbH & Co. de Hamburg:

75 m ² de feutre à 10,05 DM/m ²	753,75 DM
50 rouleaux de papier huilé à 1,65 DM	82,50 DM
100 rouleaux de gaze à 1,40 DM	<u>140,00 DM</u>
total	876,25 DM

Avec emballage maritime, on peut prévoir un coût de 1.000 DM, soit environ 125.000 FMG. Le volume de transport sera d'environ 2,5 m³.

Ce volume est très élevé par rapport à la valeur f.o.b. du produit, et on ne peut donc pas appliquer un facteur normal au prix f.o.b. pour avoir le prix rendu usine. Le coût du fret maritime à lui seul sera d'environ 220.000 FMG, et il

faut donc compter avec un coût d'environ 500.000 FMG installé.

1.4.4.6. Correction du facteur de puissance cos phi

Comme pour l'isolation thermique, CTC était responsable de la correction du facteur de puissance, mais ne l'a pas faite. Une somme correspondante a été déduite du paiement final mais la correction, malgré sa rentabilité assez évidente, n'a pas été réalisée faute de moyens financiers.

La meilleure solution consiste en une petite station de quelques condensateurs qui sont branchés automatiquement suivant les besoins de puissance réactive.

Actuellement, PANOMAD travaille avec un facteur de puissance cos phi d'environ 0,66 à une puissance maximum de 300 kW. Pour ne pas payer de pénalité, le facteur cos phi doit être de 0,80 au moins. La puissance réactive requise, en kVAR, se calcule comme suit:

$$Pr = 300 \left(\sqrt{\frac{1}{0,66^2} - 1} - \sqrt{\frac{1}{0,80^2} - 1} \right) = 116,4 \text{ kVAR}$$

Pour avoir un minimum de réserve, une batterie de condensateurs avec une puissance totale de 125 kVAR est prévue, qui est branchée automatiquement par tranches de 25 kVAR.

Ce dispositif est offert par Österreichische Brown-Boveri-Werke A.G. (B.B.C.Autriche) au prix de 60.000 Schillings autrichiens, soit 1.080.000 FMG, départ Vienne, hors taxes, en emballage ordinaire. Avec transport et montage, il faut compter environ 1.500.000 FMG.

1.4.4.7. Tour pour l'atelier d'entretien

L'atelier d'entretien de PANOMAD est équipé modestement, disposant surtout des machines nécessaires pour l'affutage des couteaux du hachoir et des lames des scies circulaires. L'absence d'un tour s'est fait sentir dans ces derniers temps où PANOMAD a été obligée de fonctionner sans nouvelles pièces détachées pendant un an et demi. Il était considéré à l'origine que PANOMAD n'avait pas besoin d'un tour, car la Société Nationale des Allumettes (SNA), dont l'usine se trouve à brève distance, en possède un, et pour les réparations plus importantes on envoyait le matériel à Antananarivo. Actuellement la SNA, qui souffre également d'un manque de pièces de rechange, comme

pratiquement toutes les industries à Madagascar, ne peut presque plus prêter son tour à PANOMAD, et les expéditions de matériel à Antananarivo sont également devenues difficiles.

Avec un tour, on pourrait surtout réparer sur place les nombreuses valves du système hydraulique des presses.

Le tour devrait avoir une course (distance entre-pointe) de 1 m, pouvoir travailler des objets jusqu'à un diamètre de 150 mm au moins, permettre la rectification des surfaces des valves, inclinées à 45°, permettre le montage d'un mandrin et être fourni avec un premier stock d'outils, en particulier pour travailler les surfaces durcies des soupapes.

Un tour correspondant à ces caractéristiques est offert par la maison française LUX International au prix de 57.029,13 FF f.o.b. port, en emballage maritime, ce qui donne un coût d'environ 3,3 millions de FMG installé.

1.4.5. Justification économique du programme d'améliorations

1.4.5.1. Justification du programme dans son ensemble

Les investissements proposés au chapitre 1.4. se résument comme suit:

Réf. au chapitre		Coût en FMG	
		rendu Taomasina	installé
1.4.2.	programme de renouveau du matériel existant	37.000.000	42.000.000
1.4.3.1.	réduction consommation soude	6.000.000	7.000.000
1.4.3.3.	modification circuit eau chaude	100.000	150.000
1.4.3.	autres petites modifications	500.000	700.000
1.4.4.1.	tracteur + remorques locales	3.300.000	7.320.000
1.4.4.2.	machine fendeuse	1.800.000	2.500.000
1.4.4.3.	hotte d'aspiration	800.000	1.000.000
1.4.4.4.	maintien de la pression	1.050.000	1.250.000
1.4.4.5.	isolation thermique	350.000	500.000
1.4.4.6.	correction du facteur cos phi	1.250.000	1.500.000
1.4.4.7.	tour d'atelier	3.000.000	3.300.000
		<u>55.150.000</u>	<u>67.220.000</u>

Une grande partie de ce programme est justifiée par des nécessités techniques. Ceci vaut pour tout le chapitre 1.4.2., avec un coût global de 42 millions de FMG.

Ce coût est loin d'être négligeable, mais la seule alternative à ce programme de renouveau serait la **fermeture** de l'usine dans un délai de quelques mois. La fermeture définitive de l'usine signifierait la perte d'une valeur qui peut être estimée à 300 millions de FMG au moins. (La valeur comptable était de 128 millions de FMG au 31.12.80, mais la plupart des investissements ont été faits en 1968-1970, à des prix qui étaient environ un tiers des prix actuels, et sont amortis en grande partie.) En plus, la fermeture de l'usine signifierait la perte de 59 emplois et une aggravation de la situation d'approvisionnement en matériaux de construction.

Toutefois, de telles considérations défensives ne sont pas nécessaires pour démontrer la rentabilité des investissements proposés, car avec le programme complet d'améliorations proposé dans le chapitre 1.4. on pourra:

- doubler la production, passant de 1.000 à 2.000 tonnes par an (passage de 2 à 3 équipes, meilleure productivité, beaucoup moins de temps d'arrêt)
- améliorer nettement la qualité des panneaux (surtout épaisseur, surface et bords plus réguliers)
- baisser considérablement le prix de revient (surtout grâce à la production accrue, mais aussi par la substitution de la chaux à la soude, par la diminution des pertes etc.)

Dans les conditions actuelles du marché une analyse très simple de la rentabilité du programme peut être faite comme suit, sans même tenir compte de l'amélioration de la qualité ni de la baisse du coût de production:

	Débit	Crédit
	FMG/an	
ventes supplémentaires		
1.000 t/an x 173.000 FMG/t		173.000.000
bois supplémentaire		
9.000 stères/an à 1.000 FMG (transportés par le tracteur)	9.000.000	
équipe de travail supplémentaire		
13 personnes à 300.000 FMG/an + + 20 pour cent charges sociales + + 30 pour cent travail de nuit 13 x 300.000 x 1,5 =	5.850.000	
2 manoeuvres supplémentaires dans le parc à bois 2 x 200.000 x 1,2	480.000	
énergie électrique supplémentaire		
650 kWh/t x 1.000 t/an x 14 FMG/kWh	9.100.000	

	Débit FMG/an	Crédit
soude supplémentaire		
55 kg/t x 1.000 t/an x 250 FMG/kg	13.750.000	
besoin supplémentaire de pièces de rechange et de pièces d'usure (maximum)	10.000.000	
coût de fonctionnement du tracteur		
10.000 l de Diesel-oil à 127 FMG/l	1.270.000	
un conducteur à 400.000	400.000	
frais généraux supplémentaires (maximum)	<u>5.000.000</u>	
total des coûts supplémentaires	54.850.000	
Trésorerie supplémentaire dégagée		<u><u>118.150.000</u></u>

L'investissement total fait pour ce programme d'améliorations peut donc être récupéré en 7 mois, si toute la production peut être vendue sur le marché intérieur. Cette rentabilité est à considérer comme exceptionnelle, même si pour certaines positions du programme on doit supposer un amortissement rapide.

Comme déjà dit, on peut toutefois avoir des doutes sur la permanence de la situation actuelle du marché intérieur qui est très favorable pour PANOMAD. Surtout, on doit prévoir le cas où PANOMAD sera obligé d'exporter une partie de sa production pour se procurer les devises dont elle a besoin pour son fonctionnement.

Le calcul précédent montre un coût de production, en trésorerie, de 54.850.000 FMG pour ces 1.000 tonnes annuelles supplémentaires. PANOMAD pourra donc vendre cette production à l'exportation au prix de 55 FMG/kg (contre 173 FMG/kg sur le marché intérieur) sans diminuer sa liquidité, qui est bonne, comme montré au chapitre 1.3.5. Avec ce prix départ l'usine, PANOMAD devrait pouvoir s'imposer sur les marchés des pays voisins (voir chapitre 1.3.1.).

Il est à noter que les besoins annuels de PANOMAD en devises sont loin de ce chiffre de 55 millions de FMG. Pour une production de 2.000 tonnes annuelles, on peut prévoir un maximum de 10 millions de FMG pour des pièces de rechange. La soude importée pourra être remplacée par de la chaux locale, et on peut se passer du sulfate d'alumine. Pour se procurer ces 10 millions de FMG, PANOMAD pourra même se permettre d'exporter une faible partie de sa production à des prix vraiment dérisoires.

Des exportations relativement **considérables** seront, par contre, dans l'intérêt de l'économie nationale. Elles seront possibles seulement quand le matériel de PANOMAD sera radicalement renoué, lui permettant de produire une qualité exportable.

De ces chiffres il est également évident que le programme d'améliorations possède une bonne rentabilité en devises. Avec un investissement, en devises, de l'ordre de 55 millions de FMG on obtient la possibilité de gagner environ la même somme en devises chaque année, sans nuire à l'approvisionnement du marché intérieur (qui recevrait toujours 1.000 t/an dans ce calcul plutôt théorique).

Dans une analyse macroéconomique plus détaillée, il faudrait également tenir compte d'effets secondaires, par exemple pour le réseau des chemins de fer, qui a toujours des wagons qui descendent vides à Taomasina, ou pour le réseau électrique de la JIRAMA qui manque d'utilisateurs pendant la nuit.

1.4.5.2. Justification économique des positions les plus importantes du programme

1.4.5.2.1. Renouveau du matériel existant

Comme déjà souligné, le renouveau du matériel existant est une nécessité technique et représente un investissement hautement rentable de tous les points de vue.

1.4.5.2.2. Matériel pour la cuisson acide

Cet investissement, qui sera d'environ 7.000.000 FMG avec transport et montage, peut paraître élevé car il y a la possibilité de se passer de ce matériel en faisant la cuisson à la chaux, comme expliqué au chapitre 1.4.3.1. En plus, dans les essais faits à Moramanga, la cuisson acide n'a pas donné entièrement satisfaction.

En justification de ce point du programme on peut **avancer** les arguments suivants:

- Avec les deux agitateurs et la pompe en inox, qui représentent les trois quarts de l'investissement, on remplace du matériel qui souffre déjà d'une usure rapide avec la cuisson neutre. Il est évident que les nouveaux matériels auront une vie nettement plus longue même si on ne change pas les conditions de cuisson, et une bonne partie de l'investissement sera justifiée déjà pour cette raison. Il est malheureusement impossible de donner des chiffres fiables et de faire des calculs économiques.

- Il est possible que le taux élevé (5,5 pour cent) d'utilisation de chaux résulte en des inconvénients qui n'ont pas été découverts lors des essais, tels qu'une usure rapide des dents de scie. Dans ce cas, comme PANOMAD ne peut pas compter sur un approvisionnement en soude, elle sera obligée de faire une cuisson acide qui ne sera possible qu'avec ce matériel.
- Si l'on obtient la même qualité de panneaux avec une cuisson acide, ce qui est probable, la rentabilité des investissements en question est excellente, même si on se base sur l'utilisation de la chaux comme agent basique. On économisera en effet 45 kg de chaux per tonne de panneaux (1% au lieu de 5,5%), soit $45 \text{ kg/t} \times 130 \text{ FMG/kg} = 5.850 \text{ FMG/t}$ ou 11,7 millions de FMG par an, récupérant l'investissement en moins d'un an.

On pourrait proposer de renvoyer cet investissement à une date ultérieure, quand on aura acquis plus d'expérience avec la cuisson à la chaux et la cuisson acide. Toutefois, tout le programme d'améliorations devrait être réalisé en une seule fois pour limiter autant que possible les arrêts de production.

Il est donc recommandé de réaliser ce point du programme dans le cadre du renouveau général de l'usine.

1.4.5.2.3. Le Tracteur

L'achat d'un tracteur ou d'un camion est pratiquement une nécessité pour PANOMAD si elle veut produire 2.000 t/an. Sans un propre moyen de transport elle a déjà beaucoup de mal à s'assurer le bois pour 1.000 tonnes de panneaux par an et à évacuer sa production.

Le tracteur proposé au chapitre 1.4.4.1. coûtera, avec deux remorques, 7,32 millions de FMG + T.U.T., alors qu'un camion de 3 t, qui probablement ne pourra même pas transporter la même quantité de bois (il faut considérer les temps d'attente pendant le chargement), coûterait environ 9 millions de FMG + T.U.T. En outre, un tracteur semble mieux adapté pour travailler dans les plantations d'eucalyptus sur de mauvaises pistes.

Le transport du bois par des camionneurs extérieurs n'est pas seulement plus incertain, mais aussi plus cher que le transport avec un tracteur appartenant à l'usine, comme le démontre le calcul suivant:

charge utile du tracteur 3-4 t, soit 9 stères à 400 kg
temps pour une course: 2 1/2 heures avec chargement et
déchargement (deux remorques en utilisation)

quantité de bois transportée: 36 stères/jour, avec 10 heures
de travail par jour, ou 9.000 stères par an avec 250 jours
de travail par an

consommation de diesel-oil: env. 40 l/j à 127 FMG/l.

soit	1,270.000 FMG/an
amortissement, pièces d'usure, réparations:	2,000.000 FMG/an
conducteur	<u>400.000 FMG/an</u>
	3,670.000 FMG/an

soit environ 400 FMG/stère contre les 600 FMG/stère demandés par les **camionneurs**.

Il est à noter que les 9.000 stères que pourra transporter le tracteur ne représentent que la moitié des besoins de bois qu'aura PANOMAD avec une production de 2.000 t/an. Le tracteur ne risque donc pas de rester sous-utilisé. PANOMAD devra se procurer la même quantité de bois qu'actuellement avec les mêmes moyens, c'est à dire par chemin de fer et par camion, et il sera toujours dans l'intérêt de PANOMAD de développer les transports par charrettes à boeufs ou même à la main.

1.4.5.2.4. Machine fendeuse

L'achat d'une machine fendeuse n'est certainement pas une nécessité technique, car les bûches peuvent être fendues à la main, mais c'est un investissement hautement rentable, même avec une main d'oeuvre peu payée.

Pour fendre les bûches, des tâcherons sont payés actuellement 500 FMG/stère.

Le prix de revient de ce travail avec la machine peut être calculé comme suit:

productivité de la machine:		
environ 2 stères/h, soit, avec 2.000 h/an,		4.000 stères/an
amortissement: 2,5 millions sur 10 ans	250.000 FMG/an	
énergie électrique 5.000 kWh/an à 15 FMG	75.000 "	
pièces, entretien environ	100.000 "	
3 manoeuvres	<u>600.000 "</u>	
coût total	1.025.000 FMG/an	
soit environ 250 FMG/stère ou la moitié du coût actuel.		

Il est à noter que PANOMAD consommera 18.000 stères par an pour une production de 2.000 t/an, et que probablement il y aura plus de 4.000 stères/an à fendre. On pourra alors faire travailler la machine pendant plus de 8 heures par jour, abaissant le coût de l'opération.

1.4.5.2.5. Hotte d'aspiration

Le coût de la hotte est faible, environ 600.000 FMG départ l'usine, soit environ 1.000.000 FMG en y incluant le transport et l'installation. (Il faut construire la hotte.). L'amortissement correspondant, sur 5 ans, sera de 200.000 FMG/an. La consommation d'énergie électrique sera de l'ordre de 3 kW x 3.000 h/an, soit 9.000 kWh/an à 15 FMG/kWh = 145.000 FMG/an. En ajoutant l'entretien et quelques petites pièces, on peut compter sur un coût **annuel** de l'ordre de 400.000 FMG.

Les bénéfices dérivant de l'aspiration sont difficiles à chiffrer, car il n'y a aucune évaluation de la corrosion de la structure du toit et actuellement les tâches de couleur causées par les gouttes ne se repercutent pas dans une baisse du prix de vente. Toutefois, dans une situation plus normale du marché, et avec des exportations, on peut considérer qu'au moins 5% de la production devra être vendue avec un rabais de 5% à cause de ces tâches. Avec un prix moyen (entre le marché intérieur et l'exportation) de 100.000 FMG/t, la perte correspondante est: 5% x 5% x 2.000 t/an x 100.000 FMG/t = 500.000 FMG/an, et l'aspiration des vapeurs sera justifiée si on évite cette perte, sans considérer les effets de la corrosion sur la charpente de la toiture.

1.4.5.2.6. Dispositif de maintien de la pression

La rentabilité de ce dispositif est assez évidente. Avec un investissement d'environ 10.000 DM (1.250.000 FMG), on économisera au moins 12 petites vannes par an, d'un coût de 1.200 DM (150.000 FMG), départ Europe, ce qui représente déjà une rentabilité acceptable. En plus, on évitera des pertes de temps dues aux arrêts de production à la suite d'éclatements, d'une valeur certainement plus grande, mais difficile à chiffrer.

1.4.5.2.7. Isolation thermique

Au total, environ 50 m² de superficie de tuyau seront isolés. La température moyenne de ces tuyaux est d'environ 170°C. Les pertes de chaleur se font par rayonnement et par convection.

La chaleur transmise par rayonnement est donnée par la formule suivante:

$$E = c \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4, \text{ où } T = 170 + 273 = 443^{\circ}\text{K}$$

c = env. 4,4 dans le cas de tuyaux en fer

$$E = 4,4 \times 4,43^4 = \text{env. } 1700 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

La perte totale par rayonnement est donc de $50 \times 1700 = 85.000 \text{ kcal/h}$.

La perte de chaleur par convection est plus difficile à calculer car la convection est plus intense avec des diamètres plus petits des tuyaux. Pour une température de 170°C et un diamètre moyen de 10-15 cm, la perte par convection sera environ moitié de celle par rayonnement.

Au total, on peut compter que la perte de chaleur des tuyaux nus est d'environ 120.000 kcal/h .

Avec une isolation, cette perte est réduite à une faible fraction, et l'économie de chaleur sera de l'ordre de 100.000 kcal/h . Avec un rendement de la chaudière de 70% et un pouvoir calorifique du bois d'environ 3000 kcal/kg , l'économie en bois sera d'environ 50 kg/h , soit un stère en 8 heures de fonctionnement ou 3 stères par jour ou 750 stères par an. L'économie financière correspondante est de $750 \times 2000 = 1.500.000 \text{ FMG/an}$.

L'investissement pour l'isolation, qui est de l'ordre de 300.000 FMG , sera donc récupéré uniquement par l'économie de bois de chauffé en moins de 3 mois. En plus, avec une isolation thermique, le fonctionnement de l'ensemble de l'usine est amélioré, l'usure de la chaudière est diminuée etc.

1.4.5.2.8. Correction du facteur cos phi

PANOMAD travaille actuellement avec un facteur cos phi d'environ 0,66. Sa consommation d'énergie électrique sera d'environ $2000 \text{ t/an} \times 600 \text{ kWh/t} = 1.200.000 \text{ kWh/an}$ avec un travail à 3 équipes.

Si le facteur cos phi reste inchangé, PANOMAD paiera une pénalité $0,80 - 0,66 = 14\%$ sur l'ensemble de sa consommation d'électricité qui correspond à un coût d'environ $20 \text{ FMG/kWh} \times 1.200.000 \text{ kWh/an}$ soit 24 millions de FMG par an. La pénalité risque donc d'être $0,14 \times 24.000.000 = 3.360.000 \text{ FMG/an}$.

Comme l'investissement pour la correction du facteur de puissance, qui éliminera cette pénalité, sera seulement de l'ordre de $1.500.000 \text{ FMG}$, y compris frais de transport et installation, il sera récupéré en six mois.

1.4.5.2.9. Tour d'atelier

La rentabilité de cet investissement, qui sera de l'ordre de 3,3 millions de FMG avec transport et montage, est difficile à calculer, car ce tour n'aura aucune influence sur la production normale. Il est toutefois certain que le tour réduira les temps d'arrêt de l'usine à cause de pannes. Avoir la possi-

bilité de faire des réparations à l'usine est très important dans la conjoncture actuelle car des pièces de rechange ne peuvent pas être commandées faute d'allocation de devises, les ateliers de réparation sont surchargés de travail, manquant souvent eux-mêmes de pièces de rechange, et les transports sont difficiles. Le gain de temps de travail réalisé avec le tour sera certainement de plusieurs jours par an en moyenne. Avec seulement 2 jours gagnés, PANOMAD aura une production supplémentaire de 16 tonnes de panneaux, d'une valeur d'environ 1,600.000 FMG. (Avec un prix moyen, entre le marché intérieur et l'exportation, de 100.000 FMG/t). La trésorerie supplémentaire créée par cette production, de l'ordre de 800.000 FMG, permettra d'amortir l'investissement au moins de 5 ans.

Le personnel d'atelier de PANOMAD semble bien qualifié pour utiliser le nouveau tour. Au besoin, une assistance technique de courte durée pourra être cherchée auprès d'autres entreprises industrielles locales.

1.5. Nouvelles productions proposées

1.5.1. Généralités

Les propositions de nouvelles productions n'ont pas été le résultat d'une recherche systématique du marché, car une telle recherche est pratiquement impossible à faire dans les conditions actuelles, caractérisées par des restrictions d'importation et par une pénurie généralisée de marchandises. Ces propositions viennent surtout des discussions avec les responsables de PANOMAD qui, bien entendu, ont réfléchi depuis longtemps sur les différentes possibilités d'améliorer la rentabilité de leur entreprise. Les différentes possibilités ont été examinées du point de vue technique et économique et les propositions suivantes ont été retenues:

- fabrication de panneaux lattés
- fabrication de panneaux laminés
- fabrication de portes planes pressées à chaud
- fabrication de garnitures de chaises.

Ces propositions répondent aux critères suivants:

- très bonne rentabilité
- possibilité de réalisation rapide
- investissements limités.

En effet, dans la situation économique actuelle, tous ces critères doivent être satisfaits. La très bonne rentabilité et la possibilité de **réaliser rapidement le projet sont nécessaires car il est impossible de faire des prévisions économiques fiables à long terme**. Les investissements doivent être limités car dans l'immédiat on ne trouvera pas de financement pour un grand projet même très intéressant sans longues négociations internationales.

Les possibilités d'extension ne répondant pas à ces trois critères, mais présentant toutefois un intérêt, sont traitées dans la deuxième partie de cette étude et ne sont pas proposées pour une réalisation immédiate.

Comme pour les améliorations proposées au chapitre 1.4., des offres de fabricants de matériel ont été cherchées, mais en se contentant d'une seule offre pour chaque machine. Les indications de marques et de types précis ne représentent donc pas des recommandations de certains fournisseurs.

1.5.2. Les panneaux lattés

1.5.2.1. Le produit

Les panneaux lattés sont normalement composés d'une âme de lattes en bois et de deux faces en placage. Il sont surtout produits dans les usines de contreplaqué pour valoriser les noyaux de déroulage avec des investissements très modestes.

A Madagascar, il n'existe pas d'usine de contreplaqué fonctionnant correctement (voir chapitre 1.3.1.) et les panneaux de fibres de PANOMAD ont pris pour une large part la place du contreplaqué. Il semble donc assez logique de produire également des panneaux lattés avec les deux faces extérieures en panneaux de fibres. Une telle fabrication, à petite échelle, existe par exemple au Kenya et PANOMAD a déjà produit quelques échantillons de ce type de panneaux avec la presse manuelle à vis qui sert normalement pour la production de portes.

Les panneaux lattés de PANOMAD seraient composés d'une âme de lattes de pin, d'une épaisseur de 15-30 mm, et de deux faces de panneaux de fibres de 2,4 ou 3,2 mm d'épaisseur. Le format des panneaux serait de 122 x 244 cm.

1.5.2.2. Le marché

L'importation des panneaux lattés est actuellement prohibée. Dans les anciennes statistiques du commerce extérieur, ils sont regroupés avec le contreplaqué. Une étude FAO de 1971 estimait le marché des panneaux lattés à 350 m³/an, dont 100 m³ étaient fabriqués sur place. Actuellement il existe une seule unité productrice de panneaux lattés, celle de MALGADECOR à Antananarivo, qui produit à très faible cadence des panneaux avec une âme en lattes de pin et un revêtement de palissandre scié de 5 mm d'épaisseur, pour les besoins de sa propre fabrication de meubles.

Evidemment, les panneaux lattés de MALGADECOR sont très chers et n'entreraient nullement en concurrence avec les panneaux que PANOMAD projette de produire.

Le marché actuel des panneaux lattés devrait être nettement plus grand que celui de 1971. La forêt naturelle a été fortement épuisée dans les dernières dix années et les scieries locales ont de plus en plus de mal à trouver des arbres d'un diamètre suffisant pour être sciés, bien que pratiquement toutes les essences de la forêt soient utilisées. Les planches de pin, pratiquement inconnues il y a dix ans, dominent largement parmi le bois débités, et même l'eucalyptus scié est utilisé pour de nombreuses applications, par exemple pour les parquets, malgré une certaine réticence du public vis-à-vis de cette essence à cause de sa tendance à la fente et à la torsion.

La concurrence des panneaux de particules de MALGAPAN n'est pas

à craindre, comme expliqué au chapitre 1.3.1. Il y a donc une demande non satisfaite pour un matériau apte à la fabrication de meubles économiques. Ce marché, qui serait à prendre par les panneaux lattés de PANOMAD, devrait être de 500 m³/an au moins, d'après l'opinion de quelques fabricants de meubles.

Il serait risqué de tabler sur un marché plus vaste et il faut donc prévoir un matériel de fabrication bon marché, permettant une opération rentable à basse cadence, et d'emploi flexible, de manière à pouvoir l'utiliser également pour d'autres productions.

1.5.2.3. Le processus et le matériel

Le processus de production serait le suivant:
PANOMAD achète des planches relativement épaisses, de l'ordre de 30 mm d'épaisseur. Ces planches sont découpées en lattes d'une épaisseur de 15-30 mm (selon l'épaisseur désirée des panneaux) avec une scie circulaire à table, équipée d'un avanceur automatique pour diminuer le danger d'accidents en sciant des planches courtes.

Les lattes sont rabotées dans une raboteuse pour avoir la garantie d'une épaisseur rigoureusement uniforme. Les noeuds et autres irrégularités sont éliminés par un découpage avec une petite scie circulaire. Les lattes **rabotées ainsi obtenues** sont composées à la main dans une machine très simple pour former les âmes des panneaux lattés. Cette machine produit une rainure dans les lattes, dans le sens de la longueur du futur panneau. Dans cette rainure est insérée une ficelle qui maintient en position le paquet de lattes formant l'âme. En même temps, la machine délimite l'âme en découpant les lattes qui dépassent.

Cette machine à composer les âmes n'est pas absolument nécessaire. Un simple cadre, construit localement, suffit pour composer les âmes à la main. Cette technique de production est appliquée par exemple au Kenya, comme dans d'autres pays en voie de développement.

Les âmes ainsi préparées sont posées sur des panneaux de fibres qui ont été enduits de colle avec une encolleuse à main, composée d'un récipient et d'un rouleau. Les panneaux humides, consistant en l'âme de lattes et en deux faces de panneaux de fibre, sont insérés à la main dans une presse chauffée à un étage où ils sont pressés et où la colle durcit. Les panneaux sont ensuite découpés à leurs dimensions finales sur la scie à border existante (qui sert à délimiter les panneaux de fibres).

Pour réaliser ce processus de production, le matériel suivant est proposé:

	prix départ l'usine
1 scie à table type Schelling SK	69.800 öS soit 9.900 DM
1 avanceur automatique type Holz-Her 1117, avec support ajustable	3.300 DM
1 raboteuse d'épaisseur Type Frommia 566 avec dispositif pour le réglage des couteaux	13.000 DM
1 petite scie circulaire type Elu TGS 171 avec table glissante, pour bois	1.665 DM
1 machine à composer les âmes type Tilleke	15.650 DM
5 encolleuses à main type HAPFO 150	<u>490 DM</u> 44.005 DM

prix f.o.b.

1 presse à un étage (2 plateaux chauffés) 2540 x 1320 mm, pression totale 240.000 kp, marque Dieffenbacher	72.580 DM
4 (2 jeux) tôles de pressage pour panneaux lattés et portes planes	2.860 DM
4 (2 jeux) tôles de pressage pour laminage avec placages ou papiers	5.360 DM
6 (3 jeux) de coussins de pressage	960 DM
2 jeux de fixations pour les tôles de pressage dans la presse	7.900 DM
1 chemin à rouleaux	<u>3.260 DM</u> 92.920 DM

Pour avoir tout ce matériel f.o.b., pour les pièces de rechange et pour quelques accessoires (tuyaux, vannes, cables etc.) on pourra compter 25.000 DM supplémentaires, pour un

total f.o.b. de 161.925 DM. Avec transport et montage (en particulier pour la presse), l'investissement total pourra atteindre 200.000 DM ou 25 millions de FMG sans pièces de rechange, ou 27 millions de FMG avec le stock de pièces.

Un dispositif pour le maintien automatique d'une température constante n'est pas inclus. Celui-ci pourrait être utile surtout pour le revêtement des panneaux avec des papiers imprégnés (voir 1.5.5.).

Il faut souligner que la presse est équipée également pour le laminage de panneaux avec des papiers imprégnés de résines et qu'elle pourra servir également pour la fabrication de portes planes. (Voir chapitres 1.5.3. et 1.5.4.).

D'autre part, on peut noter qu'une ponçeuse qui servirait à égaliser l'épaisseur des panneaux n'est pas proposée. Il est considéré qu'une ponçeuse capable d'assurer une parfaite constance de l'épaisseur des panneaux de fibres avant l'assemblage des panneaux lattés ou des panneaux lattés finis serait hors de prix avec un coût de l'ordre de 8 millions de FMG départ Europe, alors qu'une simple ponçeuse d'atelier de menuiserie, qu'on pourrait trouver pour 1 million de FMG, serait presque inutile.

En plus, il faudrait prendre en considération le coût élevé des papiers abrasifs importés.

Il est considéré que les coussins de pressage garantiront un bon pressage même avec de petites variations d'épaisseur dans un même panneau, et la superficie des panneaux de fibres sera bien lisse avec les nouvelles tôles de pressage de la presse à étages, comme proposé au chapitre 1.4.2.

Huit personnes seront nécessaires pour faire fonctionner ce matériel à plein rendement, soit:

- 2 pour découper les planches en lattes
- 2 pour raboter et découper les lattes
- 2 pour composer les âmes
- 1 pour la presse
- 1 pour aider aux différents postes de travail

1.5.2.4. Considérations économiques

Avec la ligne de fabrication proposée, on pourra facilement produire un panneau latté tous les 6 minutes, d'une épaisseur moyenne de 25 mm. L'estimation prudente du marché donnée plus haut, (de 500 m³/an) correspond à 6670 panneaux par an, soit 27 panneaux par jour. La ligne de fabrication de panneaux

lattés ne travaillerait donc que moins de 3 heures par jour pour satisfaire cette demande.

Le prix de revient d'un panneau latté de 25 mm d'épaisseur, 2,44 x 1,22 m, avec deux faces en panneau de fibre de 2,5 mm s'obtient comme suit:

	Coût annuel en FMG
bois: 400 m3 net + 50 pour cent pour sciure, chutes et dé- coupages 400 m3 x 1,5 x 40.000 FMG/m3 =	24.000.000
panneaux de fibres: 100 m3 net + 10 pour cent de chutes (à cause de la différence de format), à 173.000 FMG/m3 (prix de vente de PANOMAD) 110 m3 x 173.000 FMG/m3 =	19.000.000
colle: 20 kg par m3 de panneau 500 m3 x 20 kg/m2 x 500 FMG/kg =	5.000.000
amortissement: 25.000.000 FMG sur 10 ans =	2.500.000
personnel: 8 personnes travaillant à 3/8 pour cette fabri- cation 8 x 3/8 x 300.000 FMG/an =	900.000
énergie électrique: 20.000 kWh à 15 FMG =	300.000
bois de chauffe: 250 stères à 2000 FMG =	500.000
pièces d'usure, entretien (en plus de l'amortissement normal)	1.000.000
frais généraux	<u>5.000.000</u>
total annuel	58.200.000

Ce coût annuel correspond à 116.400 FMG par mètre cube ou 8.660 FMG par panneau de 2440 x 1220 x 25 mm.

Pour le coût de la colle, il est supposé que PANOMAD importera de la colle en poudre, par exemple du type BASF Kaurit-Leim 285, qui pourrait être fourni à 2,35 DM (300 FMG)/kg cif Madagascar.

En incluant le durcisseur, il faudra compter environ 350 FMG/kg cif, soit environ 500 FMG/kg rendu Moramanga. La consommation de 20 kg/m³ correspond à l'expérience au Kenya et est légèrement supérieure aux indications de BASF.

Pour faire du bénéfice avec cette fabrication (en plus du bénéfice déjà contenu dans le prix des panneaux de fibre) PANOMAD devra vendre un tel panneau au moins à 10.000 FMG. Ce prix paraît très acceptable sur le marché intérieur, car il correspond par exemple au prix d'achat des maisons commerciales pour du contreplaqué de seulement 8 mm d'épaisseur, toujours en 2440 x 1220 mm. Le contreplaqué est, en outre, presque introuvable. Ce prix de 10.000 FMG par panneau serait même très bas par rapport aux prix pratiqués par PANOMAD pour les portes planes, qui sont vendues à 15.450/pièce pour le format 0,90 x 2,10 m.

Ces panneaux ne se prêteront pas à l'exportation, non seulement à cause de leur prix, mais également à cause des difficultés qu'ils auraient à s'imposer contre les panneaux lattés habituels, avec des faces en placage. Les besoins annuels en devises seront de l'ordre de 3 millions de FMG entre colle et pièces d'usure.

Il est à noter que les amortissements, qui sont pratiquement les seuls frais fixes, n'interviennent que pour très peu dans le coût de production. La rentabilité de cette production ne serait donc pas menacée par une chute du marché, par exemple à 250 m³/an contre les 500 m³/an prévus.

Occasionnellement, ou à l'avenir quand il y aura un approvisionnement régulier de placage, on pourra utiliser cette installation pour produire des panneaux lattés classiques. Avec la rareté du bon bois d'ébénisterie (palisandre etc.) et l'abondance relative du bois de pin la fabrication de panneaux lattés s'impose.

1.5.3. Portes planes

Le produit serait essentiellement inchangé par rapport à la production actuelle. Les portes, étant pressées une par une, devraient être plus planes et donc de meilleur aspect.

Dans le processus il y aurait des changements non seulement dans le pressage, mais également dans la préparation des cadres. Actuellement, PANOMAD achète des planches rabotées qui sont assemblées avec des agrafes métalliques pour former les cadres. Dans l'avenir, PANOMAD pourra acheter de gros plateaux grossiers, de 50-60 mm d'épaisseur, et découper les planches pour les cadres de ces plateaux, en se servant de la scie Schelling qui découpera également les lattes pour

les panneaux lattés. Ce changement fera baisser le prix de revient et donnera à PANOMAD une plus grande sécurité d'approvisionnement. La baisse du prix de revient des planches sera de l'ordre de 10.000 FMG/m³, en prenant uniquement en considération le prix d'achat des matières, ce qui équivaut à environ 100 FMG par porte.

Les frais supplémentaires causés par cette nouvelle méthode de fabrication en énergie thermique et électrique seront minimes. Les frais de personnel par porte produite devraient rester sensiblement inchangés. L'amortissement est déjà compté dans la production de panneaux lattés, et, de toute manière, il sera très faible. Pour une production de 5000 portes par an, qui représente déjà près de 3 fois plus que la production actuelle, la presse chauffée sera occupée par cette fabrication seulement 500 heures par an ou 2 heures par jour.

On peut conclure qu'il sera intéressant d'utiliser le nouveau matériel pour la production de portes planes, avec le but de développer cette production sur le plan quantitatif et qualitatif. La rentabilité de cette activité, déjà excellente, ne sera que très légèrement améliorée par le nouveau matériel.

1.5.4. Panneaux de fibres revêtus

Avec la même presse chauffée à un étage on pourra appliquer des revêtements sur des panneaux de fibres. Le procédé dit de stratification directe, où des papiers imprégnés de résines thermodurcissables sont appliqués directement sur les panneaux sans colle, semble trop délicat et il nécessiterait une presse plus puissante. Il est donc recommandé d'appliquer des papiers imprégnés de résines avec de la colle, suivant un procédé qui est souvent appelé lamination à basse pression.

Il est très difficile d'évaluer le marché pour les panneaux de fibre revêtus. Ce produit est très populaire dans les pays industrialisés, mais presque **inconnu** à Madagascar où des panneaux de fibres ne sont plus importés depuis plusieurs années. On peut compter **prudemment** que 10.000 panneaux, soit environ 5% de la production future de PANOMAD, seront vendus avec un revêtement de surface.

Il sera également possible de produire des portes avec des panneaux revêtus.

Ces panneaux seront en concurrence avec les feuilles stratifiées du type Formica. Ces feuilles, d'une épaisseur de 0,3 mm, coûtent environ 2.000 FMG/m² au prix de gros. Elles sont employées par les menuisiers locaux pour la fabrication de meubles. Le contreplaqué de 4 mm avec une feuille de Formica déjà appliquée coûte environ 5.000 FMG/m² au prix de gros.

Il faut toutefois considérer que les stratifiés Formica possèdent une résistance nettement supérieure aux laminés à basse pression qui ne se prêtent pas, par exemple, pour les surfaces de travail de meubles de cuisine ou de tables.

La production de panneaux revêtus ne demande pas d'investissements supplémentaires en dehors des tôles spéciales de pressage déjà incluses au chapitre 1.5.2.4. avec une valeur de 5.360 DM f.o.b.

La rentabilité de cette activité est assez évidente. Les papiers spéciaux coûteront 150 - 250 FMG/m² départ Europe, suivant le dessin et surtout le poids du papier. Il y a de nombreux fournisseurs pour ces papiers. Des offres ont été reçues par la maison espagnole Andres Faus et par la maison allemande Theodor Goldschmidt. En plus il faut compter environ 100 g/m² d'une colle qui sera généralement à base d'urée, contenant peu d'eau, dont le prix, rendu à Moramanga, sera d'environ 1.000 FMG/kg.

Au total, on pourra compter 300 FMG/m² pour le papier plus 100 FMG/m² pour la colle, soit, avec chutes et découpages, 450 FMG/m² au total pour les matières nécessaires. L'incidence de la main d'oeuvre, et des consommations d'énergie électrique et thermique sera très faible, car les panneaux revêtus auront un temps de pressage dans la presse chauffée qui sera inférieur à une minute, ce qui permettra de produire 20 - 30 panneaux par heure. Ces frais seront de l'ordre de 1.000.000 de FMG par an, soit 100 FMG par panneau ou 33 FMG/m².

Les panneaux de 5 mm, actuellement vendus à 867 FMG/m² sans revêtement, seront donc vendus une fois revêtus à au moins 1500 FMG/m².

Pour les applications non abrasives ils seront un produit de substitution bon marché au contreplaqué de 4 mm avec une feuille de Formica, qui se vend à 5000 FMG/m² au prix de gros.

La production de panneaux revêtus sera donc une activité très rémunératrice. Son développement dépendra essentiellement des allocations de devises que PANOMAD recevra pour l'importation des matières nécessaires.

Il est à noter que sur le plan de la balance des paiements il sera beaucoup plus intéressant d'importer des papiers spéciaux pour PANOMAD que des feuilles de Formica déjà faites. Les besoins en devises, surtout pour les papiers et la colle, seront de l'ordre de 10.000.000 FMG/an avec une production annuelle de 10.000 panneaux laminés.

Les possibilités d'exporter ce produit semblent limitées, car PANOMAD aura un désavantage par rapport aux grands producteurs mondiaux qui emploient le procédé de stratification directe, plus économique.

La presse chauffée pourra également être utilisée pour un procédé de revêtement légèrement différent. Il s'agira de coller du papier blanc ordinaire sur des panneaux de fibre de densité intermédiaire. Ce procédé est employé au Kenya avec succès. Les panneaux ainsi revêtus concurrencent les panneaux isolants pour plafond, importés, qui sont souvent vendus avec une surface blanche et donc facile à peindre.

Pour PANOMAD cette activité ne sera intéressante que si elle a de la capacité disponible dans sa ligne de fabrication de panneaux de fibres, car les panneaux de densité intermédiaire demandent en rythme de production lent dans la presse à étages, avec un cycle d'environ 30 minutes pour des panneaux de 10 mm. En outre, la presse à étages de PANOMAD n'est pas équipée de barres de distance et les panneaux de densité intermédiaire auront donc une épaisseur assez variable. L'addition de barres dans la presse existante demanderait des modifications assez compliquées dont la réalisation n'est pas recommandée, car on peut prévoir que la presse chauffée existante sera pleinement utilisée pour la fabrication de panneaux durs.

Cette activité de revêtement de panneaux de densité intermédiaire sera intéressante surtout si, dans un avenir plus lointain, PANOMAD sera équipée d'une deuxième ligne de fabrication, comme discuté dans la deuxième partie de ce rapport.

1.5.5. Garnitures de chaises

1.5.5.1. Le produit

On propose de fabriquer en panneau de fibres les éléments courbés qui forment le siège et le dossier de chaises dont la structure est pour la plupart en tuyaux d'acier. Les garnitures en panneau de fibre auront généralement un revêtement superficiel du type discuté au chapitre précédent. L'épaisseur la mieux adaptée des panneaux devrait être de 6 à 10 mm. PANOMAD se limitera à fabriquer les garnitures en panneau de fibres qui seront vendues aux artisans locaux, en concurrence avec les garnitures de chaises en contreplaqué.

1.5.5.2. Le marché

On trouve sur le marché de petites quantités de garnitures de chaises de contreplaqué fabriquées par la Station de Placage d'Ivato, achetées par les grossistes au prix de 1.450 FMG la garniture. En plus on peut voir des chaises avec des garnitures obtenues visiblement à partir de contreplaqué de récupération, de 4 mm d'épaisseur, légèrement courbé dans un seul plan, et revêtu avec une feuille de Formica. L'ensemble donne une impression de fragilité.

D'après les renseignements obtenus auprès de quelques grossistes d'Antananarivo, PANOMAD pourrait compter sur un marché d'environ 2.000 garnitures par mois si elle pouvait les offrir à un prix légèrement inférieur à celui de la Station de Placage d'Ivato. Cette estimation paraît prudente en comparaison avec l'entreprise de panneaux de fibres au Kenya qui produit en moyenne 6.000 garnitures par mois dans son usine de contreplaqué avec les chutes de cette fabrication.

1.5.5.3. Le processus et le matériel

La technologie du moulage de panneaux de fibres s'est développée rapidement ces dernières années. Il existe foncièrement deux techniques:

- les panneaux de fibres sont découpés, trempés et puis pressés dans une presse chauffée équipée de moules.
- les panneaux découpés sont **chauffés rapidement** à environ 300°C, puis pressés dans des moules.

La deuxième technique, qui semble très délicate, est peu utilisée et il n'a pas été possible d'obtenir des renseignements détaillés sur cette méthode. C'est donc la première technique, largement utilisée pour produire en grande série par exemple des éléments comme les tableaux de bord d'automobiles (avec a boîte à gants incorporée), qui est proposée pour PANOMAD.

Comme le siège des chaises a des dimensions nettes d'environ 45 x 45 cm, alors que le dossier mesure environ 20 x 45 cm, on peut prévoir une presse à 3 étages avec des plateaux de 60 x 60 cm. Deux étages serviront à la fabrication de sièges, alors que le troisième produira les dossiers, avec un moule donnant 2 dossiers à chaque opération de pressage. On obtiendra donc 2 garnitures complètes à chaque pressage.

Cette presse, équipée d'un réglage électronique de la température, ce qui sera intéressant surtout dans le laminage des garnitures, coûtera environ 90.000 DM, soit 11.250.000 FMG f.o.b. Europe. Avec accessoires, pièces de rechange, transport et montage (1 monteur allemand devra venir à Madagascar pour

10 jours environ) le coût de la presse sera de l'ordre de 16 - 18 millions de FMG. Cette estimation a été donnée par la maison allemande Ott qui a déjà construit des presses pour le moulage de panneaux de fibres et d'autres pour la production de garnitures de chaises en contreplaqué.

Le rythme de travail peut être prévu prudemment avec 6 pressages par heure, soit 12 garnitures/heure ou 24.000 garnitures/an avec une équipe de travail.

Pour appliquer le revêtement superficiel sur les garnitures, on prévoit un deuxième passage dans la même presse qui sera alors équipée de tôles de pressage spéciales. Cette deuxième opération sera beaucoup plus rapide, avec environ 20 pressages ou 40 garnitures par heure.

Pour le laminage de 24.000 garnitures par an il faudra donc 600 heures de travail supplémentaires sur la presse, soit 2 1/2 heures supplémentaires par jour. Comme il s'agit d'une prévision assez incertaine, il est trop tôt pour faire de propositions sur l'organisation de ce travail, avec heures supplémentaires, travail pendant le week-end ou deuxième équipe. Il suffit de se convaincre que le matériel proposé peut facilement produire la quantité envisagée.

On peut estimer que 5 personnes suffiront pour cette production. Les panneaux bruts seront découpés très vite sur la scie Meyer & Schwabedissen, et le trempage et le chargement dans la presse ne demanderont que peu de travail. La presse sera équipée d'un réglage automatique de la température qui facilitera la tâche de son opérateur. La finition des garnitures **sortant** du moule demandera, par contre, une certaine main d'oeuvre.

1.5.5.4. Considérations économiques

Le prix de revient d'une garniture de chaise peut être calculé comme suit:

	FMG/garniture
panneau de fibre 50 x 50 cm + 25 x 50 cm = 0,375 m ² x 1387 FMG (prix de vente de PANOMAD) =	520
papier 0,4 m ² (avec chutes) x 400 FMG/m ² (papier spécial particulièrement résistant) =	160

	FMG/garniture
colle 0,375 m2 x 120 FMG/m2 (encollage plus soigné que pour les panneaux entiers)	45
amortissement 15.000.000 FMG (sans pièces de rechange) sur 10 ans	
1.500.000 FMG/an : 24.000 garnitures/an	= 63
main d'oeuvre	
5 x 250.000 : 24.000	= 52
pièces d'usure et entretien	= <u>50</u>
	890

Une garniture peut donc être vendue à un prix de 1.000 FMG, nettement plus bas que celui indiqué par les commerçants. Avec un prix de vente de 1.200 FMG qui semble encore très acceptable, le profit brut (avant amortissement) de 373 FMG par garniture permettra de récupérer l'investissement de 18 millions de FMG en deux ans.

Il devrait même être possible d'exporter ces garnitures dans les pays voisins. par exemple à Maurice, à des prix nettement plus bas que ceux pratiqués sur le marché local mais donnant quand même une recette intéressante de devises. PANOMAD semble bien placée pour cette production, car elle peut produire des panneaux de fibres de bonne qualité avec une épaisseur dépassant 10 mm, et le procédé de stratification directe serait difficile à employer avec les formes irrégulières des chaises. La concurrence viendrait des garnitures en contreplaqué qui sont produites dans de nombreux pays, généralement dans un petit atelier rattaché à une usine de contreplaqué. Parmi les pays voisins, la Réunion, l'île Maurice et la Zambie ne semblent pas posséder d'usine de contreplaqué et pourraient donc être acheteurs des garnitures en panneau de fibres PANOMAD.

1.6. Conclusions générales sur la première partie

Dans cette première partie du rapport ne sont proposés que des investissements hautement rentables, de réalisation immédiate. Ces investissements peuvent être résumés comme suit:

	Coût en FMG	
	rendu Taomasina	installé
programme de renouveau du matériel existant	37.000.000	42.000.000
modifications du processus	6.600.000	7.850.000
matériel supplémentaire pour la ligne de production existante	11.550.000	17.370.000
atelier de menuiserie (panneaux lattés, portes planes, panneaux laminés)	22.500.000	27.000.000
unité de production de garnitures de chaises	14.500.000	17.000.000
total	92.150.000	111.220.000

Les effets bénéfiques de cet investissement seront:

- On évitera la fermeture de l'usine PANOMAD qui entraînerait la perte de 59 emplois dans une situation économique déjà délicate.
- On créera 26 nouveaux emplois (13 pour l'équipe de nuit, 4 supplémentaires pour l'atelier de menuiserie, 5 pour la fabrication de garnitures de chaises, 2 dans les services généraux, et 2 de réserve pour absences).
- On améliorera l'approvisionnement du marché intérieur, actuellement très sous-approvisionné.
- En même temps, on aura la possibilité de faire des exportations de l'ordre de 50 millions de FMG annuellement, contre un besoin en devises d'environ 21 millions de FMG/an.
- PANOMAD fera des bénéfices annuels de l'ordre de 50 - 100 millions de FMG (suivant la proportion des exportations) qui lui permettront de procéder à de

nouveaux investissements dans quelques années.

Il est à souligner que les risques inhérents à ce projet sont minimales, car pour la plupart il s'agit de simples améliorations et extensions qui seront réalisées par un personnel déjà expérimenté et une direction qui a fait ses preuves pendant une longue période de difficultés.

DEUXIEME PARTIE

Programme d'extension à plus long terme

2.1. Généralités

Parmi les nombreuses possibilités d'extension seulement un nombre limité a été recommandé pour une réalisation immédiate dans la première partie de ce rapport. Comme exposé au chapitre 1.5.1., des critères très strictes ont été appliqués pour ces recommandations: haute rentabilité, réalisation rapide et investissements limités.

Evidemment, il y a des possibilités d'extension qui ne répondent pas à tous ces critères mais qui apparaissent néanmoins intéressants. Des possibilités existent aussi bien dans l'augmentation de la capacité de production que dans l'élaboration ultérieure des panneaux produits. Avant de pouvoir se prononcer définitivement sur l'opportunité de réaliser ces possibilités, on devra voir le succès des mesures proposées dans la première partie du rapport. Quand on produira 2000 tonnes de panneaux par an, on pourra juger avec plus de précision les réserves que possède encore le marché, et quand on produira des panneaux lattés, des portes planes, des panneaux revêtus et des garnitures de chaises, on pourra décider si ces productions, qui pour l'instant ont été proposées à des cadences limitées, à réaliser avec des investissements limités, seront à développer ultérieurement ou si on devra se tourner plutôt vers d'autres élaborations qui actuellement semblent présenter une rentabilité plus incertaine.

2.2. Augmentation de la capacité de production

2.2.1. Généralités

Comme exposé au chapitre 1.3.4., il y a une large réserve de capacité dans toutes les installations nécessaires à la préparation de la pâte, de même que dans le dispositif d'humidification et dans la scie à déligner. Pour doubler la capacité de production, il suffira donc d'installer une deuxième machine à former les panneaux et une deuxième presse chauffée ou, dans le cas de la production de panneaux isolants, un séchoir. Pour chauffer la presse à étages ou le séchoir il faudra installer une autre chaudière, car la chaudière actuelle aura probablement épuisé sa réserve de capacité avec les petites extensions proposées pour une réalisation immédiate.

Pour la machine à former les panneaux, il y aurait en principe la possibilité de prévoir une machine continue, mais elle demanderait un investissement trop élevé par rapport à la capacité envisageable, même si on éliminait la presse formante actuelle pour concentrer la formation des panneaux humides dans une seule ligne.

Les possibilités réalistes pour une augmentation de la capacité de production à moyen terme sont ainsi vite cernées:

- une ligne de panneaux isolants consistant essentiellement en une presse formante et un séchoir;
- ou une deuxième ligne de panneaux durs consistant en une presse formante et une presse chauffée à étages.

L'idée de prévoir une deuxième presse formante, mais d'avoir une seule presse à étages avec un nombre double de plateaux a été écartée après un bref examen. Modifier la presse actuelle d'une manière si radicale serait pratiquement impossible, et une nouvelle presse avec 12 - 16 étages serait beaucoup plus chère qu'une avec 6 - 8 étages. En plus, avec les deux lignes séparées on obtient une plus grande flexibilité d'opération. Si les améliorations proposées dans la première partie du rapport sont réalisées, la presse à étages actuelle devrait encore avoir une longue vie.

Les deux possibilités d'extension esquissées ci-dessus seront examinées ci-dessous en plus de détail.

2.2.2. Ligne de panneaux isolants

Dans sa forme la plus rudimentaire, une ligne de panneaux isolants consisterait uniquement en une deuxième presse formante, pour laquelle on choisirait le format usuel de 244 x 122 cm après découpage, et en un séchoir de longueur

appropriée. Dans ce cas, la pâte devrait être la même que celle employée pour les panneaux durs.

Cependant, il est douteux que les panneaux isolants produits avec une pâte normalement employée pour la fabrication de panneaux durs auront des caractéristiques satisfaisants. Normalement, on emploie une pâte plus fine, souvent même composée de deux constituants, une part très fine assurant le lien mécanique, et une part avec des fibres plus longues donnant le grand volume à faible poids caractéristique des panneaux isolants. En outre, pour obtenir une résistance à l'eau acceptable, on ajoute des matières comme la paraffine ou la résine en quantités plus grandes que pour les panneaux durs.

Pour pouvoir réaliser ces mesures, il serait nécessaire de doter la ligne de panneaux isolants de deux cuves de battage supplémentaires. Ces cuves pourraient être construites d'une manière plus économique que les cuves en béton actuelles. Des cuves cylindriques en tôle, avec un seul agitateur vertical au milieu, seraient faciles à construire et pourraient être installées dans un simple hangar.

Le raffineur existant de marque Defibrator pourrait alors alimenter les deux lignes alternativement. La première des cuves existantes, située directement sous le raffineur, travaillerait alternativement pour les deux lignes de fabrication. Pour fabriquer la pâte pour les panneaux isolants, le raffineur serait réglé pour produire une pâte plus fine. Sa capacité de production serait diminuée en conséquence, mais on doit considérer que la capacité de production de la presse formante sera également diminuée avec une pâte plus fine ayant un essorage plus lent. La ligne de fabrication de panneaux isolants pourrait ainsi avoir une capacité d'environ 6 t/jour, et il y aurait un équilibre de capacité de production entre le raffineur et la presse formante. Le séchoir serait dimensionné pour cette capacité de production.

Pour déterminer les meilleures conditions de préparation de la pâte pour les panneaux isolants, il faudrait faire des essais. Par exemple, il pourrait être intéressant de mélanger une pâte très fine d'eucalyptus avec une pâte moins fine de résineux, de manière à obtenir en même temps une bonne résistance mécanique et une faible densité. Un certain pourcentage de papier de récupération, qui donne une pâte très fine, pourrait également être indiqué. Il faudrait également faire des essais pour trouver les meilleures conditions de cuisson des copeaux pour cette pâte.

Préparer deux pâtes différentes avec un seul hachoir, un seul autoclave sphérique et un seul raffineur, serait certainement un peu compliqué, mais semble toutefois possible, vu la faible capacité de production.

Pour la finition des panneaux isolants, il serait souhaitable de disposer d'une ponceuse qui assurerait une surface parfaitement lisse des panneaux. Une telle ponceuse serait très chère et aurait en plus une consommation élevée de papier abrasif. Cet investissement n'est donc pas recommandé. Des petites inégalités de la surface, par exemple dues aux valves d'air comprimé qui se trouvent dans la tête de la presse formante, pourraient être éliminées à la main avec du papier abrasif. Pour obtenir une surface bien lisse et blanche, facile à peindre, on pourra envisager de coller sur les panneaux isolants une feuille de papier blanc, comme préconisé au chapitre 1.5.4. Pour la ligne de fabrication de panneaux isolants, on devra donc prévoir le matériel suivant:

- 2 cuves de battage
- 1 presse formante
- 1 séchoir
- 1 chaudière à vapeur

Les cuves pourraient avoir un volume de 30 m³ chacune, ce qui correspond à un diamètre d'environ 3,6 m avec une hauteur de 3 m. Cette hauteur correspond à la hauteur des cuves actuelles et les agitateurs pourraient alors être du même type que ceux employés actuellement.

La presse formante pourrait avoir un format brut de 1,32 x 2,54 m pour donner des panneaux finis de 1,22 x 2,44 m. Pour le découpage final, ce bord de 5 cm de chaque côté semble nécessaire car les panneaux isolants, à la différence des panneaux durs, ne sont pas aplatis et ainsi élargis dans la presse à étages.

Le séchoir pourrait avoir une longueur de 20 m avec 5 étages. Il devrait être équipé de deux tables élévatrices situées **respectivement à l'entrée et à la sortie du séchoir.**

La chaudière à vapeur devrait être équipée pour brûler des bûches de bois, comme la chaudière actuelle, et devrait avoir une capacité d'environ 1 t de vapeur par heure. Cette capacité correspond à la consommation de chaleur du séchoir. Avant de songer à l'acquisition d'une nouvelle chaudière, il faudrait déterminer par des essais quelles réserves de capacité possèdera réellement la chaudière actuelle, après que les améliorations et extensions recommandés dans la première partie de ce rapport auront été réalisées. Pour pouvoir travailler en parallèle avec la chaudière actuelle, la nouvelle chaudière devrait être dimensionnée pour une pression d'environ 20 bar.

Les investissements correspondant à cet équipement peuvent être estimés grossièrement comme suit:

2 cuves avec agitateurs	5.000.000	FMG
1 presse formante avec système hydraulique, dimensions 132 x 254 cm	30.000.000	"
1 séchoir	100.000.000	"
1 chaudière avec accessoires	15.000.000	"
autre matériel (pompes, tuyauteries, matériel électrique e't.c.)	<u>10.000.000</u>	"
	160.000.000	FMG

L'estimation du coût du séchoir est basée sur des indications de la maison suédoise Fläkt, bien connue dans ce domaine. Il y a certainement des fabricants de séchoirs moins chers, mais possédant probablement moins d'expérience.

Avec pièces de réchange, transport, montage, bâtiments et frais de démarrage on devra compter avec un investissement de l'ordre de 250 - 300 millions de FMG.

Sans faire une analyse économique plus précise, on peut voir que ce serait un investissement très élevé pour un projet grévé de nombreuses incertitudes.

En particulier, il est absolument impossible de faire une évaluation précise du marché. Depuis la mise en route de PANOMAD, des panneaux isolants n'ont été importés qu'occasionnellement. Antérieurement à 1970, la part de panneaux isolants dans la totalité des importations de panneaux de fibres était très faible, de l'ordre de 10 - 20 pour cent. (Dans d'autres pays tropicaux, par exemple dans les pays anglophones de l'Afrique de l'Ouest, la proportion de panneaux isolants est d'au moins un tiers du total des panneaux des fibres.) Depuis 1970, la popularité des panneaux isolants devrait plutôt avoir diminué à Madagascar et aujourd'hui leur part pourrait être tombée à environ 10 pour cent.

Les exportations seraient favorisées d'un côté par le coût de transport très élevé pour ce produit volumineux, qui dans les pays voisins, comme la Réunion, donnerait un certain avantage à un producteur malgasy vis-à-vis des fournisseurs traditionnels européens. De l'autre côté, il sera difficile pour PANOMAD d'être compétitive sur le plan de la qualité, à moins qu'on ne réussisse à améliorer considérablement la pâte par un procédé et des matières premières appropriés.

En résumé, avec ces graves incertitudes sur le côté technique de la production et sur le marché on ne peut pas recommander un investissement qui risque d'être de l'ordre de 300 millions de FMG. La fabrication de panneaux de fibres isolants devrait être envisagée seulement quand le marché des panneaux durs aura atteint une dimension nettement plus grande, de l'ordre de 4.000 t/an, ce qui signifie que la ligne de panneaux isolants devrait venir seulement après la deuxième ligne de panneaux durs.

2.2.3. Deuxième ligne de panneaux durs

Pour une deuxième ligne de panneaux de fibres durs, les grandes lignes de la technologie sont assez évidentes. Il s'agira d'installer une deuxième presse formante et une deuxième presse chauffée à étages, pour laquelle on devra presque certainement prévoir une nouvelle chaudière. Le système actuel de cuves, avec un total de 4 cuves, devrait suffir également pour cette deuxième ligne, mais il sera utile de prévoir la place pour une cuve additionnelle dans le bâtiment abritant cette nouvelle ligne.

Comme format des panneaux finis, le 2,44 x 1,22 m s'impose. Le fait d'avoir le même format que dans la ligne actuelle, c'est à dire 3,00 x 1,25 m, présenterait quelques avantages, mais il sera encore plus important de pouvoir produire directement le format le plus populaire qui est de 2,44 x 1,22 m.

Pour la presse à étages, il est recommandé de prévoir la possibilité d'insérer des barres de distance qui permettront de produire des panneaux de faible densité. Ce système est employé dans l'usine de panneaux de fibres au Kenya avec un certain succès. Le désavantage de ce procédé de production réside dans la longueur du cycle de pressage. Pour des panneaux de 10 mm d'épaisseur et d'une densité de 0,5, il faut compter un cycle de 30 minutes dans la presse à étages. Ce cycle long rend la production des panneaux relativement onéreuse si on comptabilise l'amortissement des installations, mais le coût de production marginal de ces panneaux est relativement bas et leur production est nettement préférable à l'arrêt complet de l'usine.

Il est donc indiqué de prévoir la possibilité de produire des panneaux de faible densité dans la presse à étages si on prévoit que le marché des panneaux durs risque d'être saturé par la production de l'usine. Ceci sera presque certainement le cas si PANOMAD installe vraiment une deuxième ligne de production de panneaux durs.

Pour dimensionner la chaudière à vapeur, il faudra d'abord voir le résultat des améliorations proposées dans la première partie de ce rapport. Si la nouvelle chaudière ne doit alimenter strictement que la presse à étages, une capacité d'environ 1 tonne de vapeur par heure suffira et on pourra également envisager comme moyen pour le transfert de chaleur une huile spéciale à la place de l'eau. Ce système, qui serait un peu plus cher, aurait l'avantage que tout le système de tuyaux chauds ne serait pas sous pression et il n'y aurait donc pas le risque d'éclatement dans les tuyaux flexibles de la presse, qui est un des plus graves problèmes actuels de l'usine. Le désavantage de la chaudière à huile thermique serait de ne pas pouvoir travailler en parallèle avec la

chaudière existante, et il pourrait donc être plus avantageux de prévoir une deuxième chaudière à vapeur travaillant à la même pression que la première, c'est à dire jusqu'à 20 bar.

Les investissements correspondant à cet équipement peuvent être estimés grossièrement comme suit:

1 presse formante 1,32 x 2,54 m	25.000.000	FMG
1 presse chauffé à 8 étages	40.000.000	"
1 dispositif de chargement et déchargement	20.000.000	"
station hydraulique à haute pression	10.000.000	"
1 chaudière à vapeur avec accessoires	15.000.000	"
autre équipement (chemin de roulement, tôles de transport, tôles de pressage, tissus métalliques, tuyauterie, matériel électrique)	15.000.000	"
	<u>125.000.000</u>	FMG

Avec pièces de rechange, transport, montage, bâtiment et frais de démarrage on pourra compter avec un investissement total de l'ordre de 200 - 250 millions de FMG.

Une analyse économique détaillée semble prématurée, car ce projet ne pourra pas être réalisé dans l'immédiat. Il faudra d'abord voir le succès de la ligne de production existante avec une capacité augmentée à 2.000 t/an avec les améliorations proposées dans la première partie du rapport.

Dans la deuxième ligne, l'investissement serait relativement modeste pour l'augmentation de capacité obtenue, mais il est tout à fait évident, d'après les considérations exposées dans les chapitres 1.3.1. et 1.4.5.1., que cette deuxième ligne ne pourra pas être rentabilisée uniquement avec des exportations. Pour que cette deuxième ligne puisse être envisagée, il faudra donc que le marché intérieur ait dépassé les 2.000 t/an d'une manière permanente.

2.3. Elaborations ultérieures des panneaux

2.3.1. Généralités

Une excellente rentabilité pour certaines transformations ultérieures des panneaux **apparait** du chapitre 1.5. Par rapport à une augmentation de capacité, elles ont en général l'avantage d'un investissement limité. Il est donc naturel qu'on ait cherché d'autres possibilités.

2.3.2. Panneaux ondulés

L'idée générale est de produire un panneau ondulé très résistant à l'eau qui se substituerait aux tôles ondulées et aux **plaques** ondulées d'amiant-ciment pour le recouvrement de toits. Le marché potentiel pour un tel produit serait extrêmement vaste, non seulement à Madagascar, mais en général dans tous les pays en voie de développement.

A Madagascar, il y a 4 usines qui produisent de la tôle ondulée à partir de tôle galvanisée importée, deux à Taomasina, une à Antananarivo, une à Toliary. La valeur ajoutée de cette production est évidemment minime.

Les importations se maintiennent à un niveau élevé depuis très longtemps. Les importations de tôles zinguées ou plombées, destinées dans leur presque totalité à la production de tôles ondulées, a été de 12.708 tonnes pour une valeur de plus de 1,5 milliards de FMG en 1978, la dernière année pour laquelle des statistiques d'importation sont disponibles. En 1974, année de pointe, les importations de ces tôles ont même été de 15.853 tonnes. Environ 90 pour cent de ces tôles viennent du Japon. Les épaisseurs les plus populaires sont de 0,16 et de 0,20 mm qui s'imposent par leur bas prix d'achat. D'autres épaisseurs jusqu'à 0,5 mm sont moins répandus.

En assumant que l'épaisseur moyenne est de 0,25 mm, 12.708 tonnes correspondent à 6.777.600 m² de tôles. Si on pouvait remplacer cette tôle par un panneau de fibres avec une épaisseur de 3 mm, la quantité correspondante dépasserait 20.000 tonnes par an, c'est à dire dix fois la capacité de PANOMAD. Si PANOMAD pouvait donc prendre seulement une très petite partie de ce marché, ce serait toujours un projet très intéressant pour elle. Le niveau de prix serait également intéressant. La tôle ondulée de 0,50 mm a un prix de revient légèrement supérieur à 1.000 FMG/m² auprès des grossistes. Les prix pour les tôles plus minces sont plus ou moins proportionnels à leur épaisseur.

Un élément de couverture à base de panneaux de fibres aurait des avantages évidents par rapport à la tôle ondulée, en particulier une isolation thermique incomparablement supérieure.

Si sa qualité était bonne, il pourrait certainement obtenir un prix au moins égal à celui de la tôle de 0,50 mm. Ce niveau de prix serait assez intéressant, car PANOMAD vend les panneaux plats de 3 mm d'épaisseur à 520 FMG/m², ce qui équivaut à environ 600 FMG/m² pour un élément ondulé. Il y aurait donc une large marge de prix pour financer les améliorations de la qualité, en particulier de la résistance à l'eau, qui seraient nécessaires pour pouvoir proposer un panneau de fibres comme élément de toiture.

Quelques essais sur la possibilité d'utiliser des panneaux de fibres comme élément de toiture ont déjà été faits par PANOMAD. En particulier, une niche à chien a été construite sur le terrain de l'usine avec un toit en panneaux de fibres imprégnés d'huile d'aleurite. Après cinq ans, l'étanchéité est encore acceptable, mais le toit est fortement gondolé et le panneau commence à se délaminer. L'imprégnation à l'huile d'aleurite se faisait seulement à froid et il est possible qu'une imprégnation faite à chaud suivant les règles de l'art ait donné un résultat satisfaisant. Malheureusement on ne trouve pas d'huile d'aleurite actuellement à Madagascar et cette possibilité n'existe donc plus pour le moment.

Des renseignements ont été cherchés sur la technologie de fabrication de panneaux de fibres ondulés pour toiture. On trouve en Autriche dans le commerce un tel panneau, appeler Hartwell, produit par la maison Funder, qui est le plus grand producteur de panneaux de fibres en Autriche.

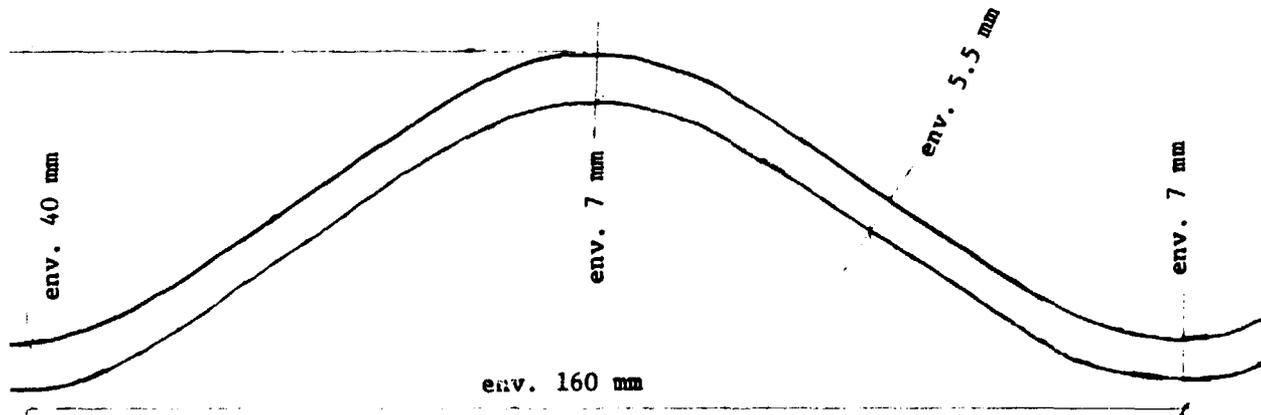
Les renseignements obtenus auprès de Funder ont été les suivants: Les panneaux ondulés Hartwell sont produit d'abord comme panneaux de fibres normaux plats d'environ 2,7 mm d'épaisseur, puis imprégnés avec 8 - 10% de résine phénolique, puis stockés pour deux semaines et ensuite transformés en leur forme définitive ondulées dans une presse chauffée spéciale ayant des plateaux ondulés, avec un cycle durant 5 minutes. Ce produit se vendait très peu en Autriche et sa fabrication a récemment été abandonnée par Funder qui continue à vendre uniquement à partir du stock existant.

Cette technologie ne semble pas très intéressante pour PANOMAD dans la conjoncture actuelle, car le pourcentage élevé de résine phénolique rendrait cette production extrêmement dépendante des importations. Dans une conjoncture plus favorable, avec des importations de matières premières plus faciles, un tel projet pourra être réétudié.

Un autre type de panneaux de fibres est produit à Pékin, en République Populaire de Chine. Cette usine a été visitée récemment par un cadre de l'ONUUDI.

La technologie de fabrication est foncièrement la suivante: Les panneaux humides sont formés de la manière usuelle sur une machine continue avec de la pâte obtenue suivant le procédé Defibrator. A la sortie de la machine continue, le ruban de panneaux humides est ondulé dans les sens longitudinal par deux cylindres profilés. (Les crêtes et les creux des ondulations sont donc parallèles au sens d'avancement du ruban.) Les panneaux humides sont découpés normalement et insérés dans une presse à étages avec des plateaux également ondulés.

Un petit échantillon de ces panneaux qui se trouve à l'ONUDI se présente comme indiqué dans le croquis ci-dessous:



Les inégalités d'épaisseur entre les parties plates inclinées et les parties courbées semblent être du au fait que dans la presse à étages, pour simplifier la construction, les deux plateaux de chaque étage ont des profils parallèles. Les parties plus épaisses du panneau semblent également moins denses. La densité moyenne est d'environ 0,9 g/cm³, ce qui laisse présumer une pression de l'ordre de 30 - 40 kp/cm² dans la presse à étages.

Quelques renseignements techniques sur le procédé de fabrication ont été obtenus par correspondance directement de Chine. Par rapport au poids net des panneaux produits on consommerait 1 pour cent de paraffine, 6 pour cent de sulphate d'aluminium et 5 pour cent de résine phénolique.

Avec de telles consommations de matières auxiliaires, une telle production ne serait pas intéressante à Madagascar, car la consommation de résine phénolique, à égalité de surface produite, serait pratiquement la même qu'avec le procédé Funder

les panneaux chinois étant au moins deux fois plus épais. En plus, avec le procédé chinois il y aurait une consommation double de fibres.

Toutefois, d'après d'autres renseignements, les panneaux ondulés sont employés en Chine avec une imprégnation au bitume. Ces panneaux semblent résister pendant environ 5 ans aux agents atmosphériques dans la région relativement sèche proche de Pékin. L'utilisation des sous-produits de la raffinerie de Taomasina pour fabriquer du bitume est en projet et la fabrication de panneaux bitumés pourra alors être intéressante.

A Madagascar les régions au climat sec sont en général peu peuplées et leur population possède un faible pouvoir d'achat mais, comme déjà souligné, il suffirait que les panneaux ondulés pour toiture prennent une très petite part, de l'ordre de quelque pourcent, du marché des tôles ondulés pour que le projet devienne intéressant pour PANOMAD.

On ne peut pas recommander à PANOMAD, qui a des problèmes beaucoup plus pressants, de continuer seule les recherches sur cette technologie et ceci n'est possible non plus dans le cadre de la présente étude.

De toute manière, il sera intéressant d'obtenir des renseignements sur l'imprégnation au bitume et de faire quelques essais avec ce procédé car, comme déjà dit, l'huile d'aleurite n'est plus produite à Madagascar et il y a également un marché pour des panneaux plats résistant aux intempéries.

Pour poursuivre le projet de fabrication de panneaux ondulés bitumés à plus long terme, PANOMAD pourrait procéder de la manière suivante:

1. Chercher la collaboration d'un organisme de coopération bilatéral ou multilatéral
2. Entrer en contact avec l'usine chinoise et obtenir plus de renseignements
3. Faire quelques essais sur l'imprégnation de panneaux plats de différentes densités et les exposer aux intempéries, peut-être en collaboration avec un institut de recherche comme le CTFT.
4. Faire une étude de pré-faisabilité, qui comprendrait une étude de marché pour les panneaux bitumés plats aussi bien qu'ondulés et un examen des possibilités techniques de production qui en dérivent.

La suite à donner au projet dépendra évidemment des résultats de l'étude de préfaisabilité.

Dans ce contexte, il faut mentionner qu'il existe un produit similaire, le carton bitumé ondulé, qui est fabriqué dans de nombreux pays. En France il est vendu sous l'appellation commerciale "Onduline", en Allemagne sous le nom de "Gutta".

Ce produit est essentiellement un carton gris imprégné de bitume. Le carton gris est produit à partir de papier de récupération, ondulé pendant le séchage, puis imprégné de bitume à haute température et sous vide. L'absorption de bitume est de l'ordre de 100 pour cent par rapport au poids du carton gris. A Madagascar on manquerait de papier de récupération pour la fabrication de carton gris, car le papier de récupération est déjà recherché par la papéterie PAPMAD à Antananarivo qui a des problèmes notoires d'approvisionnement en pâte. Par contre, il serait très intéressant de fabriquer ce produit si le carton pouvait être obtenu avec une fibre produite avec la technologie employée chez PANOMAD qui possède, comme déjà **souligné** plusieurs fois, une réserve intéressante dans sa fabrication de pâte. Il est presque certain que la fibre produite normalement chez PANOMAD ne donnerait pas une absorption satisfaisante. Il faudrait des recherches relativement longues et coûteuses sans aucune garantie de résultat positif.

En conclusion de ce chapitre sur les panneaux de fibres ondulés, on doit constater que malgré le grand intérêt potentiel d'une telle production, on ne peut pas conseiller à PANOMAD d'entreprendre elle seule les recherches qui seraient nécessaires pour mettre au point un procédé, surtout dans sa situation actuelle où il y a des problèmes extrêmement **pressants**. Quand ces problèmes seront résolus, PANOMAD pourrait chercher un financement international pour un modeste programme de recherche.

2.3.3. Panneaux traités à l'huile

PANOMAD a déjà produit des panneaux imprégnés d'huile d'aleurite. L'huile d'aleurite était simplement appliquée sur les panneaux à froid, soit par immersion, soit avec un pinceau. Les panneaux ainsi traités ont été employés pour construire quelques maisons préfabriquées. En particulier, on a construit des maisons préfabriquées transportables pour la société Fanalamanga qui les utilise pour abriter les ouvriers travaillant dans les plantations de pin.

Pour obtenir le maximum d'effet le panneau devrait être immergé dans un bain d'huile chaude pour obtenir une bonne pénétration de l'huile, puis rechauffé, pour obtenir une bonne oxydation de l'huile qui augmenterait ainsi non seulement la résistance à l'eau, mais également les caractéristiques **mécaniques** du panneau. Ces panneaux, appelés "oil-tempered" en **anglais**, sont bien connus dans le commerce international et il y aurait certainement des possibilités d'exportation si PANOMAD pouvait encore disposer d'huile d'aleurite bon marché. Malheureusement on ne trouve plus d'huile d'aleurite à Madagascar, car dans les dernières années la culture de cet arbre a été remplacée par des cultures vivrières, d'un rendement financier nettement supérieur. Il est possible que la culture d'aleurite soit reprise dans les prochaines années, car il y aurait également un marché intérieur intéressant, en particulier pour la fabrication de peintures. Toutefois, dans la situation actuelle, il serait prématuré d'élaborer un projet de traitement des panneaux à l'huile d'aleurite.

D'autres huiles siccatives, qui si **prêteraient** également pour le traitement de panneaux de fibres, ne sont pas produites à Madagascar.

2.3.4. Panneaux perforés

Les panneaux des fibres durs perforés sont également bien connus dans le commerce international. Ils sont utilisés surtout dans les magasins et dans les vitrines pour pouvoir exposer des petits objets qui se fixent au panneaux perforés avec des crochets, et pour des plafonds (panneaux acoustiques). Ces derniers ont l'avantage qu'en étant de petite dimension (30 x 30 cm) l'on peut disposer des déchets de production.

Il est toutefois impossible de faire une évaluation à peu près fiable du marché malagasy pour les panneaux perforés. Il serait donc nécessaire de disposer d'un matériel très simple qui s'amortirait même avec une faible production. Des contacts ont été pris avec un fabricant suédois et un fabricant italien de ces machines **perforatrices** mais les réponses n'ont pas été encourageantes. La AB Sandersons Maskinfabrik, **suédoise**, a donné un prix indicatif de 340.000 couronnes **suédoises**, soit environ 17 millions de FMG, pour la machine la plus simple, la RELFO S.A., italienne, 50 millions de lires italiennes, soit environ 11,5 millions de FMG. Avant de pouvoir se prononcer sur les mérites **relatifs** de ces deux offres estimatives il faudrait faire une comparaison technique. Ces machines permettraient en tout cas de perforer les panneaux entiers, car si on ne peut perforer que les petits panneaux acoustiques le marché se retrécira encore d'avantage. Leur capacité permettrait de perforer toute la production de PANOMAD.

Même avec la machine italienne, l'investissement paraît trop élevé par égard aux débouchés tout à fait incertains. Il est donc recommandé de réexaminer cette possibilité d'extension seulement à une date ultérieure quand PANOMAD aura des ventes nettement plus grandes.

2.3.5. Ardoises

Les petites ardoises pour enfants consistent généralement en un panneau de fibre, revêtu d'une couche d'une laque spéciale, et d'un cadre en bois. Les ardoises utilisées comme jouets ont souvent une seule face peinte, alors que sur le dos on peut encore voir la face rugueuse originale du panneau de fibres. Les ardoises pour écoliers ont généralement deux faces lisses revêtues de laque.

Il existe des laques spéciales pour la fabrication d'ardoises.

En Autriche, la maison Wildschek produit une laque pour ardoises comme dans le commerce comme "Schultafellack". Cette laque, qui peut être fournie en vert ou en noir, coûte 46 öS/kg (828 FMG/kg) hors taxes, en récipients de 5 kg. Pour des achats supérieurs à 100 kg, on pourra obtenir des rabais.

Pour une ardoise on devrait donner deux couches de peinture. La première couche absorberait certainement un peu plus de laque et on pourra compter de peindre 5 à 7 m² avec 1 kg de laque. Pour la deuxième couche on pourrait compter 8 à 10 m²/kg. Au total, on pourra donc revêtir environ 3,5 m² avec 1 kg de laque.

Pour pouvoir peindre les deux faces des panneaux de fibres, la face rugueuse devrait être lissée avec une ponçeuse. Une petite ponçeuse d'atelier devrait suffire, car il s'agira de produire des ardoises relativement petites et il ne sera pas nécessaire d'obtenir une épaisseur rigoureusement uniforme, mais uniquement une surface bien lisse.

La production d'ardoises ne semble donc pas présenter de grandes difficultés. Le seul inconvénient réside dans le besoin permanent de devises pour importer la laque et des papiers abrasifs pour la ponçeuse. Si PANOMAD pense pouvoir obtenir les allocations de devises nécessaires, peut-être en contrepartie d'exportations quelle fera, elle devrait envisager d'entreprendre cette fabrication aussitôt que possible, car elle permettra une valorisation certainement très intéressante de petits découpages.

Avant de faire des investissements, il sera utile de faire quelques essais très simples. PANOMAD devrait d'abord acheter un récipient de cinq kilos de laque pour ardoise, dont le coût ne dépassera pas 10.000 FMG rendu Moramanga. Cette quantité suffira pour peindre au moins 15 m² ce qui représente un grand nombre de petites ardoises expérimentales. En faisant quelques essais, on déterminera ainsi la meilleure méthode d'application de la laque, sa véritable consommation et l'acceptation du produit par le public. Pour produire des ardoises avec deux surfaces lisses, on devrait chercher la collaboration d'un atelier équipé d'une petite ponçeuse.

Si ces essais sont concluants, PANOMAD pourra inclure la fabrication d'ardoises dans le programme d'extension à réaliser au plus vite qui est traité dans la première partie de ce rapport. L'investissement initial se limiterait à une petite ponçeuse avec un stock suffisant de papier abrasif et un stock initial de laque. PANOMAD pourrait se contenter de fabriquer les ardoises brutes, découpées et laquées et de faire faire les cadres en bois par des artisans. Plus tard elle pourra entreprendre la fabrication des cadres elle-même, dans une extension de l'atelier de menuiserie proposé au chapitre 1.5.

Une ponçeuse de table adéquate, de production allemande, coûte environ 10.000 DM (1,250.000 FMG) f.o.b. port Allemand, et on pourrait probablement trouver un modèle encore un peu moins cher. Une telle ponçeuse aurait une table de 2.500 x 800 mm et utiliserait une bande abrasive en papier de 150 mm de largeur. Quelques essais seront nécessaires pour déterminer le meilleur grain des bandes abrasives pour la production d'ardoises. Il pourra être utile d'envisager deux passages de ponçeuse; un premier avec un grain de 60 (normes allemandes) et un deuxième avec un grain 80 ou 100. Un stock de bandes abrasives d'une valeur d'environ 3.000 DM (375.000 FMG) départ Allemagne devrait suffire pour au moins deux ans de fonctionnement. Comme la ponçeuse servira également pour d'autres utilisations dans l'atelier de menuiserie de PANOMAD, son achat peut être recommandé.

Pour le stock initial de laque pour ardoise, tout dépend de la production envisagée. Malheureusement, aucune évaluation du marché potentiel n'a été faite car cette possibilité de production n'est apparue qu'à la fin du séjour du rapporteur.

Il y a certainement un marché intérieur pour les ardoises et des exportations devraient être possibles dans les pays voisins. Il s'agit d'une technologie très simple où PANOMAD, grâce à des fournitures plus promptes et à une main d'œuvre bon marché, devrait être compétitive avec les fournisseurs Européens, surtout si elle calcule les exportations à un coût marginal.

Si on présume que les ardoises auront un format de 30 x 40 cm, qu'elles seront peintes sur les deux faces et qu'on pourra peindre 3,5 m² avec 1 kg de laque, on pourra produire 14.600 ardoises (1752 m² soit environ 467 panneaux) avec une tonne de laque. Pour une production d'une certaine importance, PANOMAD devra donc partir avec un stock initial de quelques tonnes, au coût d'environ 1 million de FMG par tonne rendu Moramanga.

Si on présume encore l'utilisation de panneaux de 3 mm d'épaisseur pour la fabrication des ardoises, le coût de la laque, avec près de 600 FMG par mètre carré d'ardoise peinte sur deux faces, intervient plus fortement dans le prix de revient que le panneau, qui coûte 520 FMG/m² au prix de vente de PANOMAD.

Comme on peut voir de ce calcul très simple, la possibilité d'obtenir les allocations de devises nécessaires pour l'approvisionnement en laque sera le critère décisif pour le lancement d'une production d'ardoises. L'investissement en matériel, par contre, sera relativement limité.

Si PANOMAD rencontre des difficultés dans la recherche d'une ponceuse pour les essais de fabrication, elle pourra fabriquer des ardoises en collant deux panneaux minces de manière à présenter deux faces lisses. A long terme, ce procédé sera certainement plus coûteux que le ponçage.

2.4. Groupe de secours

Surtout à la suite d'orages, qui sont **fréquents** à Moramanga en certaines saisons, il y a des pannes d'énergie électrique chez PANOMAD. Même une panne de durée relativement brève peut conduire à un arrêt prolongé de la production si la panne intervient au moment où il y a des panneaux humides dans la presse à étages, car un nettoyage ou un changement des tôles de pressage peut alors devenir nécessaire. Ces pertes de production seront beaucoup plus coûteuses quand PANOMAD sera en mesure de travailler d'une manière continue et quelle n'utilisera plus ces arrêts pour des réparations qui se font actuellement d'une manière quasi permanente.

Cependant, un groupe électrogène de secours n'a pas été inclus parmi les propositions à réaliser immédiatement, car on peut espérer que l'approvisionnement en énergie électrique s'améliorera avec la mise en route de la nouvelle grande centrale hydroélectrique d'Andekaleka. Une décision sur l'opportunité de s'équiper d'un groupe de secours pourra être prise après une année du fonctionnement de la nouvelle centrale, donc dans deux ans environ. Il est peu probable que les grandes extensions traitées dans la deuxième partie de ce rapport aient été réalisées jusque-là et les données

techniques pour déterminer les caractéristiques du groupe de secours resteront donc inchangées.

Le groupe de secours devra permettre à PANOMAD de terminer une cuisson dans l'autoclave et de continuer le travail avec les deux presses jusqu'à l'épuisement de la pâte dans les cuves. Pour des pannes brèves dans l'approvisionnement extérieur d'énergie électrique PANOMAD pourra donc maintenir un travail continu, ce qui constituera un grand avantage. Pour les pannes prolongées on pourra procéder à un arrêt ordonné du travail qui sera repris dès que l'approvisionnement d'énergie reprendra.

Une liste de moteurs électriques de PANOMAD avec leur incidence sur la puissance du groupe de secours est donnée ci-dessous :

Fonction du moteur	puissance installée (kW)	fonctionnant avec groupe (kW)
Hachoir à disque	55	--
Désintégrateur	18,5	--
Trémis du hachoir	3	--
Grande bande transporteuse	4	--
Autoclave	5,5	5,5
Petite bande transporteuse	3	--
Raffineur Defibrator	200	--
Epaissiseur	1,1	--
Agitateurs 1 et 2 2x7,5 =	15	15
Agitateurs 3 à 6 4 x 4 =	16	16
Pompe à eau du bassin	3	3
Pompes à pâtes 1 à 4 4x5,5 =	22	22
Pompe drainage presse formante	15	15
Pompe circulation eau chaude	15	15
Compresseur d'air basse pression	2,5	2,5
Pompe hydraulique haute pression	15	15
Compresseur d'air haute pression	2,2	--
Bras de chargement	4,5	4,5
Elevateur de chargement	5,5	5,5
Bras de déchargement	4	4
Elevateur de déchargement	5,5	5,5
Firage forcé chaudière	15	15
Pompe d'alimentation chaudière	7,5	--
Scie à border	22	--

Fonction du moteur	puissance in- stallée (kW)	fonctionnant avec groupe (kW)
Pompe de prise dans la rivière no. 1	11	--
Pompe de prise dans la rivière no. 2	7,5	--
Pompe fosse d'eau sale	3	3
Atelier	env. 3	--
	<u>484,3</u>	<u>146,5</u>
Illumination		env. 3,5
	total	150 kW

Avec un coefficient de foisonnement de 0,67, qui semble largement suffisant étant donné qu'il s'agit en grande partie de pompes qui fonctionnent d'une manière intermittante, on obtient une puissance du groupe de secours de 100 kW. L'addition de nouvelles petites unités proposées dans la première partie de ce rapport feront augmenter la puissance installée totale, mais non pas la puissance du groupe de secours.

Le coût d'un tel groupe électrogène de 100 kW a été estimé par Siemens Autriche à 400.000 öS (7,2 millions de FMG) f.o.b. La fourniture comprendrait:

- 1 moteur Diesel tournant à 1.500 t/min avec refroidissement par eau avec radiateur et ventilateur
- 1 groupe électrogène directement accouplé donnant 100 kW avec un facteur cos phi de 0,8
- 1 tableau de commande
le câblage entre le tableau et le groupe
- 1 démarreur automatique
- 1 réservoir journalier de 300 l.

Avec pièces de rechange, transport, montage, petit matériel accessoire, bâtiment, grand réservoir etc. le coût total du groupe électrogène de secours peut être estimé à 12 - 15 millions de FMG.

Pour évaluer la rentabilité du groupe électrogène, on doit faire des hypothèses sur le coût des interruptions qui seront évitées avec le groupe. Si PANOMAD produit à sa cadence normale de 8 t/jour et si elle peut vendre sa production à 173 FMG/kg, chaque heure d'arrêt représente une perte de trésorerie d'environ 35.000 FMG. Par contre, le fonctionnement du groupe ne coûte qu'environ 2.500 FMG/heure, si on se base

sur une puissance moyenne de 65 kW, une consommation spécifique de 0,3 l/kWh et un prix du Diesel-oil de 127 FMG/l. Si l'achat du groupe permet à PANOMAD d'éviter une perte de production de 50 heures par an, l'investissement serait récupéré en moins de dix ans, ce qui serait acceptable pour un groupe peu utilisé qui aura certainement une longue vie.

Etant donné que les arrêts durent beaucoup plus longtemps que les pannes d'électricité, on pourra probablement gagner plus de 50 heures de travail par an avec le groupe. Cependant, il faut considérer que le coût du groupe, aussi bien en amortissement qu'en frais de fonctionnement, est pour une grande partie en devises, alors que la valeur de la production ainsi calculée et basée sur des ventes sur le marché intérieur. Si PANOMAD doit gagner les devises non seulement pour couvrir ses frais de fonctionnement, mais également pour l'amortissement, le calcul est très différent.

Il sera donc opportun de procéder à un examen plus détaillé de l'opportunité du groupe électrogène de secours quand on disposera de données plus sûres d'une part sur le gain probable en heures de production, et d'autre part sur le marché.

2.5. Conclusions générales sur la deuxième partie

Cette deuxième partie de l'étude doit servir surtout à indiquer les possibilités qui devront être examinées plus en détail quand on pourra sérieusement envisager leur réalisation, peut-être dans quelques années.

Une seule production, celles d'ardoises, pourrait être commencée bientôt, si PANOMAD entreprend quelques petits essais, d'un coût négligeable, et si elle peut s'assurer l'allocation de devises nécessaires à l'importation de la laque, peut-être en contre-partie d'exportations.

Ce problème des allocations de devises a été souligné plusieurs fois également dans la première partie de l'étude. Si PANOMAD pouvait arriver à un accord avec les autorités monétaires dans le sens d'une allocation de devises en contre-partie d'exportations, elle saurait qu'elle direction donner à ses efforts aussi bien sur le plan technique que sur le plan commercial.

Annexe I

Liste détaillée des pièces nécessaires pour le renouveau du matériel existant

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
<u>1. EKATO (agitateurs)</u>			
1.1.	12	douilles en teflon pour crapaudines	1.236 DM
1.2.	12	douilles d'arbre	3.216 "
<u>2. Pallmann</u>			
<u>pour hachoir à disque type PH 12</u>			
2.1.	4	lames de couteaux	1.480 "
2.2.	12	vis de fixation	30 "
<u>pour granulateur type 4-5</u>			
2.3.	16	(soit 2 jeux) lames de stator	3.120 "
2.4.	12	(soit 2 jeux) lames de rotor	2.520 "
<u>3. KSB</u>			
<u>pour pompe ETA 125/26</u>			
3.1.	10 kg	garnitures de presse-étoupe	450 "
3.2.	6	roues en fonte	2.988 "
3.3.	1	axe en inox avec clavette	320 "
3.4.	1	corps de pompe en fonte	1.520 "
<u>pour pompe NEGH 100</u>			
3.5.	60	anneaux de presse-étoupe	624 "
3.6.	2	accouplements élastiques	460 "
3.7.	1	axe complète	935 "
3.8.	1	corps de presse-étoupe	1.295 "
3.9.	4	roulements à bille no.409	236 "
3.10.	2	roulements à bille no.446	228 "

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
<u>pour pompe KWPZ 80/250</u>			
3.11.	3	couvercles de pression	960 DM
3.12.	2	roues en fonte	850 "
<u>4. Dieffenbacher</u>			
<u>pour presse formante</u>			
4.1.	3	pistons de fermeture rapide, Ø 65 mm	4.320 "
4.2.	3	pistons principaux, Ø 260 mm	16.560 "
4.3.	1	tuyau d'aspiration Ø 165 mm	1.260 "
4.4.	24	ressorts de pression	221,76 DM
4.5.	48	sièges de soupapes Ø 10 mm	6.865,92 "
4.6.	48	sièges de soupapes Ø 20 mm	6.816,96 "
4.7.	100	joints à fibre Ø 24 mm	180,00 "
4.8.	100	" " " Ø 40 mm	216,00 "
4.9.	50	" " " Ø 55 mm	114,00 "
4.10.	72	joints à lèvres Ø 340 mm	13.076,64 "
4.11.	36	" " " Ø 125 mm	1.490,40 "
4.12.	36	" " " Ø 260 mm	3.248,64 "
4.13.	50	" " " Ø 65 mm	930,00 "
4.14.	5	roues dentées pour cré- maillère	6.660,00 "
4.15.	10	boulons pour abaissement de la tôle de la presse	61,20 "
<u>pour presse à étages</u>			
4.16.	24	tuyaux flexibles	12.185,28 "
4.17.	24	valves de réglage et d'arrêt	2.377,44 "
4.18.	3	manomètres à deux contacts	1.173,42 "
4.19.	3	pistons Ø 125 mm	5.760,00 "
4.20.	7	pistons Ø 340 mm	41.160,00 "
4.21.	50 m	garniture de presse-étoupe	324,00 "
4.22.	60	olives de raccord Ø 35 mm	115,20 "
4.23.	1	jeu complet de tables de pressage	121.440,00 "

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
4.24.	12	plaques inoxydables de pressage	(voir 15.VEW)
4.25.	100	boulons spéciaux	216,00 DM
<u>pour pompe hydraulique à haute pression</u>			
4.26.	6	pistons	754,20 "
4.27.	18	garnitures de soupapes d'aspiration	2.170,80 "
4.28.	18	garnitures de soupapes de refoulement	2.170,80 "
4.29.	300	joints à anneau	2.340,00 "
4.30.	1	corps de pompe	2.520,00 "
<u>pour valve électrique à fermeture rapide</u>			
4.31.	3	garnitures de soupape	461,70 "
<u>pour valve électrique de commutation</u>			
4.32.	3	garnitures de soupape	425,16 "
4.33.	8	garnitures de soupape	1.268,16 "
<u>pour compresseur à air à haute pression</u>			
4.34.	1	piston (premier palier)	158,28 "
4.35.	3	ségments de piston (premier palier)	53,28 "
4.36.	1	axe de piston (premier palier)	46,98 "
4.37.	1	serpentin de refroidissement (premier palier)	119,16 "
4.38.	1	cylindre (premier palier)	359,04 "
4.39.	1	piston (deuxième palier)	318,24 "
4.40.	10	ségments de piston (deuxième palier)	196,20 "
4.41.	1	serpentin de refroidissement (deuxième palier)	96,30 "

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
4.42.	1	chemise de cylindre (deuxième palier)	190,98 DM
4.43.	16	vis de connection (deuxième palier)	132,48 "
4.44.	1	piston (troisième palier)	119,94 "
4.45.	1	tête de piston (troisième palier)	96,60 "
4.46.	1	axe de piston (troisième palier)	46,98 "
4.47.	1	cylindre (troisième palier)	578,40 "
4.48.	1	chemise de cylindre (troisième palier)	108,54 "
4.49.	1	serpentin de refroidissement (troisième palier)	90,60 "

pour soupape de sécurité de l'accu-
mulateur

4.50.	4	garnitures de soupapes	1.386,24 "
4.51.	8	joints à lèvres Ø 12 mm	86,40 "
4.52.	8	" " " Ø 20 mm	73,92 "
4.53.	12	joints à fibre Ø 40 mm	25,92 "
4.54.	8	anneaux Ø 40 mm	46,56 "

pour dispositif de chargement et
déchargement

4.55.	8	interrupteurs de fin de course	864,00 "
-------	---	--------------------------------	----------

5. Schwabedissen (scie à border)

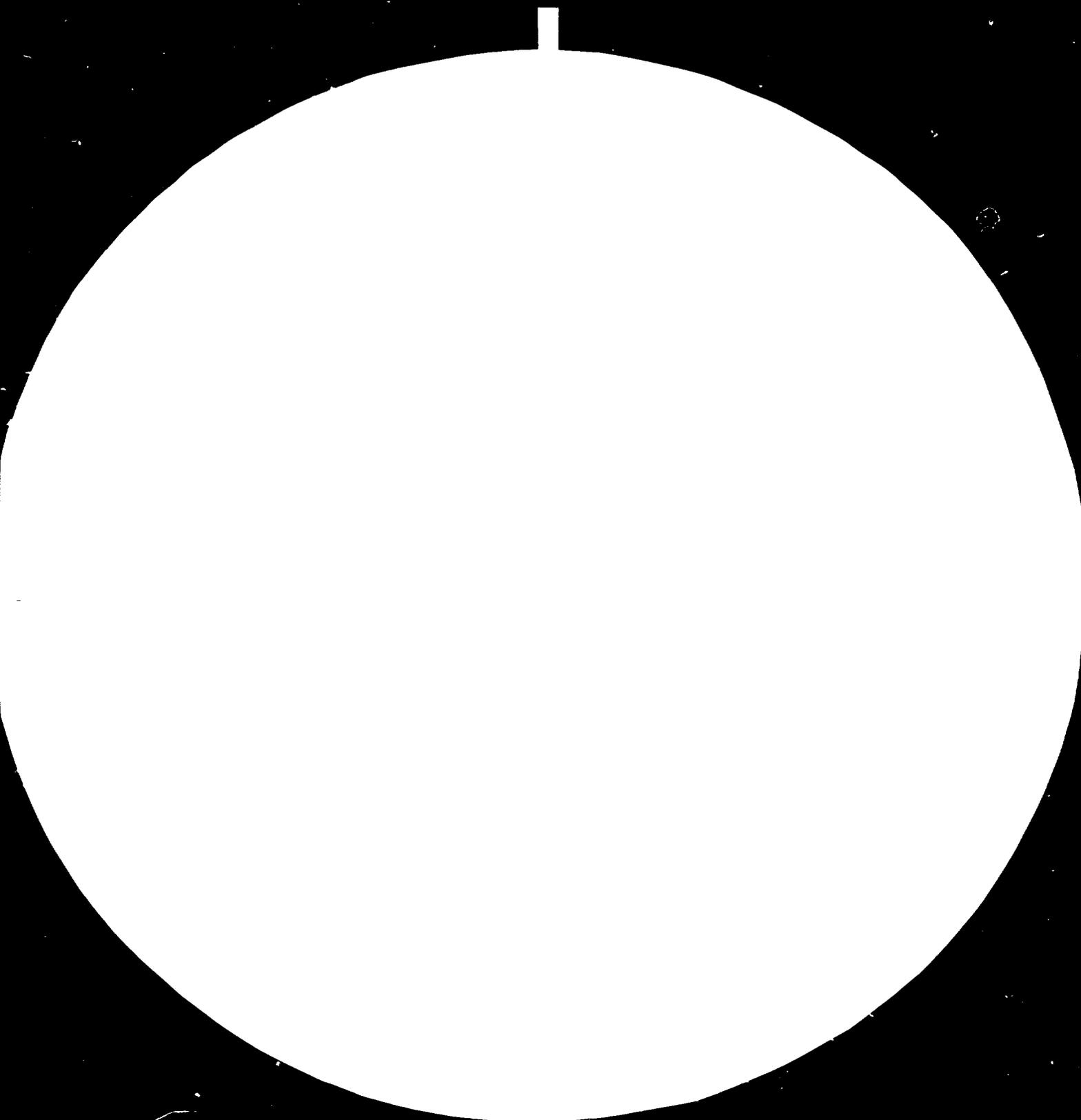
5.1.	1	moteur électrique 6 kW	2.320 DM
5.2.	10	lames de scie, Ø 400 mm, épaisseur 4,4 mm	2.780 "
5.3.	10	lames de scie, Ø 350 mm, épaisseur 4,4 mm	2.400 "

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
<u>6. Hermann Wagner</u>			
6.1.	12	toiles métalliques 3120 x 1320 mm, en bronze, pour première presse	10.329 FF
6.2.	24	toiles métalliques 3120 x 1320 mm, en inox, pour deuxième presse	25.600 "
6.3.	6	toiles métalliques 2050 x 1050 mm, en bronze	2.700 "
<u>7. Armatherm Günthel</u>			
7.1.	1	Appareil enregistreur de température et pression	2.831 DM
7.2.	48	rouleaux de papier	768 "
<u>8. Scholz (autoclave sphérique)</u>			
8.1.	40 kg	garniture de presse-étoupe	2.080 "
8.2.	12	joints à lèvres	1.260 "
<u>9. Mankenberg (régulateur de pression de vapeur)</u>			
9.1.	4	joints de teflon	170 "
9.2.	4	joints toriques	18 "
9.3.	10	membranes	60 "
<u>10. JAKO (manomètres)</u>			
10.1.	2	manomètres 25 bar, Ø 250 mm	env. 3.300 öS
10.2.	2	manomètres 15 bar, Ø 160 mm	env. 1.800 "

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
<u>11. Vogel (pompes)</u>			
11.1.	1	pompe multicellulaire à 8 paliers	env. 35.000 öS
11.2.	1	pompe multicellulaire à 4 paliers	env. 23.000 "
11.3.	1	pompe centrifuge	env. 6.000 "
<u>12. Friedrich Schaper (chaudière à vapeur)</u>			
12.1.		matériaux pour le renouveau complet de la maçonnerie intérieure de la chaudière ^{1/}	24.150 DM
<u>13. Schorch (moteur électrique pour pompe)</u>			
13.1.	1	moteur électrique 7,5 kW	env. 2.000 "
<u>14. Petit matériel d'atelier</u>			
14.1.	10	meules d'affutage pour scies circu- laires, Ø 200 x 8 x 20 - 38AV Nor- ton	env. 3.000 öS
14.2.	10	meules d'affutage comme dessus, Ø 150	env. 2.000 "
14.3.	50	kg baguettes de soudure élec- trique basique pour acier chaudronnerie, Ø 3,2 mm	env. 2.000 "
14.4.	100	kg baguettes de soudure élec- trique universelle, Ø 3,2 mm	env. 4.000 "
14.5.	1	kg baguette brasure d'argent pour oxyacétylène, Ø 2 mm	env. 10.000 "
14.6.	4	boîtes poudre décapante pour brasure d'argent	env. 1.000 "

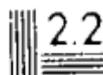
1/ Ce genre de briques refractaires pourraient probablement être obtenues à meilleur prix en Inde.







3.2



4.0



MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR, FBI

DATE: 10/10/67

Pos.	Quantité	Appellation	Prix total f.o.b.
------	----------	-------------	-------------------

15. Vereinigte Edelstahlwerke

(VEW)

15.1.	12	plaques inoxydables de pres- sage pour la presse chauffée à étages	env. 204.000 öS
-------	----	--	-----------------

total 310.823,72 DM + 38.629 FF + 295.100 öS = 40.096.215 FMG

- 96 -

ANNEXE II

POSSIBILITES DE MECANISATION ET D'AUTOMATISATION
DANS L'INDUSTRIE DES PANNEAUX A BASE DE BOIS

par

Horatio P. Brien

OPERATIONS DE FENDAGE DES RONDINS
(USINE DE PANNEAUX DE FIBRES DE PETITE CAPACITE)

Le volume du travail dans cette opération est trop réduit pour justifier un mécanisme complexe de transport et d'automatisation. Les dangers qu'elle présente exigent cependant l'installation d'un dispositif de protection sur la machine.

1. Méthode actuelle

Deux hommes prennent un rondin de dimension supérieure à la normale (déjà coupé à la longueur désirée) dans la pile de rondins située près de la machine hydraulique à fendre. Ils placent le rondin en position verticale sous la lame et le maintiennent dans cette position pendant qu'un troisième ouvrier appuie sur le bouton qui déclenchera le mouvement vertical de la lame dans l'axe du rondin.

2. Options possibles

- a) Concevoir et installer un système d'accrochage permettant de maintenir le rondin en position verticale pendant que la lame le traverse. Le rondin est placé sur le système d'accrochage par deux hommes dont l'un déclenche la lame dès que le rondin est en place. Après le premier fendage, le système d'accrochage (avec le rondin) est ramené à la main sous la lame en vue d'un nouveau fendage. Le processus est répété jusqu'à ce que le rondin soit réduit en morceaux assez petits pour pouvoir passer à la machine à fabriquer des copeaux. Le coût du système d'accrochage est estimé à 570 dollars des Etats-Unis, installé. Il permet un gain de temps de 20 % par rapport à la méthode actuelle.
- b) Concevoir et installer un mécanisme qui ramasse les rondins sur le convoyeur et les place en position verticale sous la lame. Le mécanisme d'accrochage fonctionne de la même manière que dans l'option 2-a mais son mouvement comme celui du rondin, est commandé automatiquement par un dispositif pneumatique. Ce système ne nécessite qu'un seul ouvrier chargé de faire fonctionner le convoyeur de rondins, le mécanisme d'accrochage et de mise en position et la machine hydraulique à fendre. Son coût installé est estimé à 2 700 dollars des Etats-Unis. Il permet un gain de temps de 30 % par rapport à la méthode actuelle.

3. Analyse

Le coût de la production dans les options 2 a) et 2 b) ne dépendra que des éléments de coût ci-après (tous les autres facteurs de coût restant les mêmes) :

<u>Eléments de coût</u>	<u>Méthode actuelle</u>	<u>Option 2 a)</u>	<u>Option 2 b)</u>
Coût de la main-d'oeuvre directe	\$ 1 500,00	\$ 1 200,00	\$ 1 150,00
Amortissement du mécanisme ajouté	-	\$ 0,0153	\$ 0,0457
Coût de l'énergie supplémentaire	-	-	\$ 0,012
Coût total	\$ 1 500,00	\$ 1 200,00	\$ 1 150,06
Economie nette par tonne de produit	-----	\$ 298,98	\$ 349,94

D'un point de vue pur ment économique, il apparaît que le mécanisme utilisé dans l'option 2 b) est le plus avantageux.

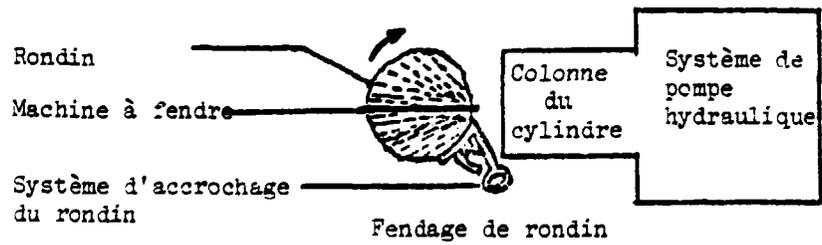
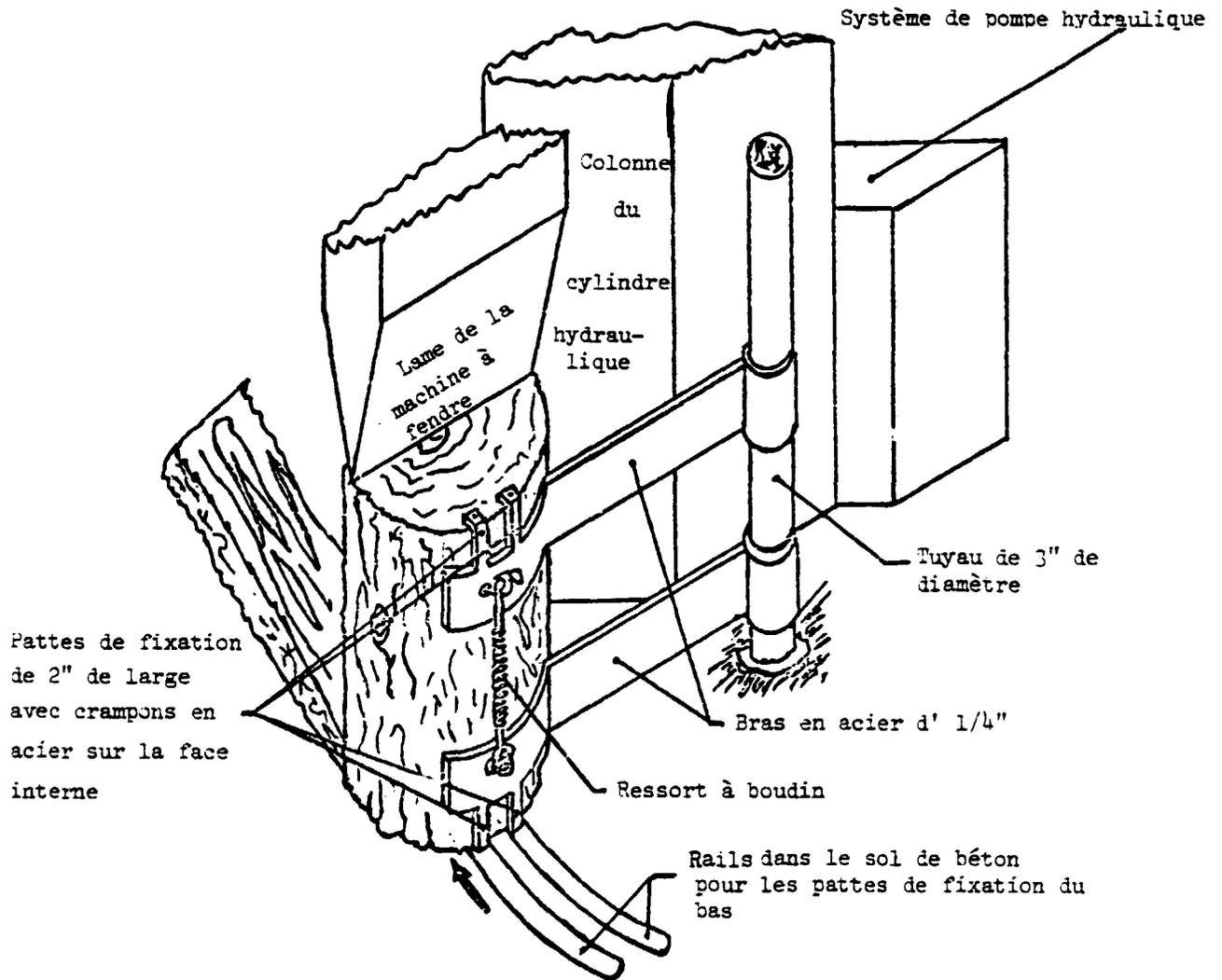
4. Investissement maximal possible et autres considérations

Comme il est pratiquement impossible d'estimer les avantages que les deux mécanismes proposés présentent du point de vue de la sécurité, le choix devra être fondé sur d'autres considérations; on peut ajouter que les deux mécanismes offrent un niveau de sécurité égal.

Il est apparu qu'aucun des trois ouvriers affectés au fendage des tronçons n'a les aptitudes nécessaires pour être formé aux opérations plus complexes du mécanisme proposé à l'option 2. La législation prévoit en outre que priorité doit être donnée aux ouvriers travaillant actuellement sur la machine pour la formation au nouveau travail.

5. Décision de la direction

Malgré les économies plus importantes permises par l'option 2 b), la direction a décidé d'installer le mécanisme proposé à l'option 2 a). La figure 28 montre de manière schématique le fonctionnement de ce mécanisme.



DISPOSITIF DE PROTECTION POUR LA
MACHINE A FENDRE LES RONDINS



