



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.

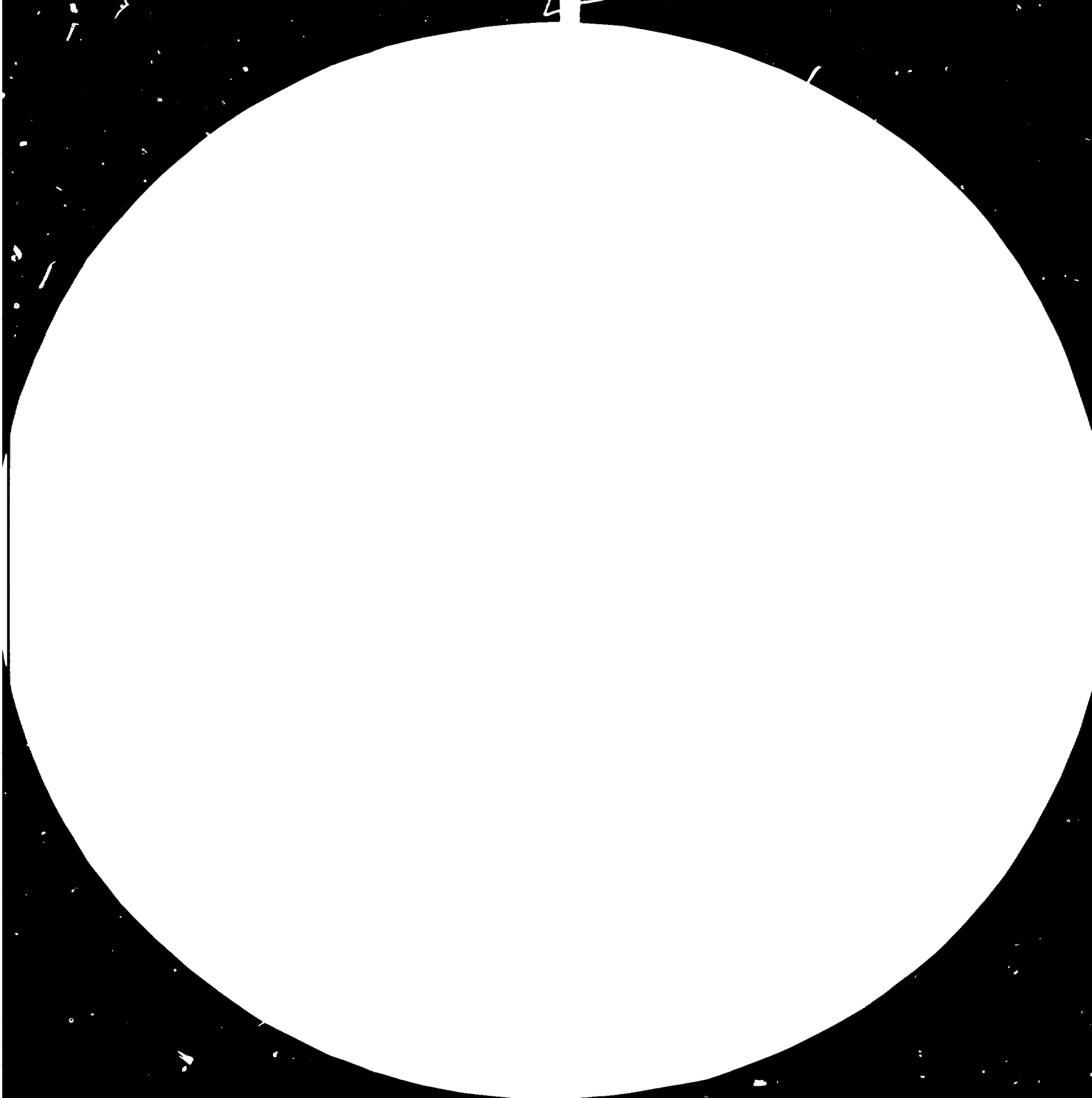
FAIR USE POLICY

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





3.2

3.6

4

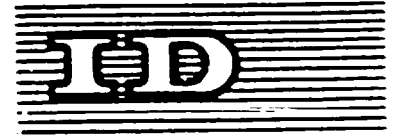


Wavelength: 632.8 nm, 100% Modulation Transfer Function

Resolution: 1.0, 1.1, 1.25, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8, 3.2, 3.6, 4



09641



Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Distr.
LIMITEE

ID/WG.320/1

17 avril 1980

ORIGINAL: FRANCAIS

Stage technique sur les critères de choix
des machines à travailler le bois

Milan, Italie, 5 - 21 mai 1980

RECUPERATION ET UTILISATION DES DECHETS DES INDUSTRIES
DU BOIS ^{1/}

par

G. Giordano ^{2/}

^{1/} Les vues et opinions exprimées dans ce document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de l'ONUDI.
Le présent document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

^{2/} Professeur

TABLE DES MATIERES

1. Généralités	2
2. Pertes et récupérations possibles dans les processus de transformation	2
2.1 dans les travaux d'exploitation forestière	2
2.2 Pertes et récupérations possibles dans les parcs à grumes	5
2.3 Pertes et récupérations possibles dans les scieries	8
2.4 Pertes et récupérations dans les usines de contre-plaqué	9
2.5 Récupération de déchets ligneux pour la fabrication de farine de bois	10

1. Généralités

Si l'on tient exactement compte, d'un côté, du volume des bois coupés dans une forêt et, de l'autre, du volume réel des produits finis obtenus, on reste souvent surpris, étonnés de voir que le rendement, c'est-à-dire le rapport:

$$\frac{\text{volume des produits finis}}{\text{volume des bois sur pied}}$$
est extrêmement bas. Un tel résultat, sans doute décevant, est dû aux pertes inévitables que l'on rencontre tout le long du processus de transformation, mais aussi à des gaspillages qu'une organisation rationnelle devrait savoir éviter.

En vue d'une écologie avisée, acceptant le principe que les forêts constituent des sources renouvelables de la matière première bois et exigeant toutefois qu'elles soient épargnées autant que possible, et, bien sûr, dans un intérêt économique que chacun peut comprendre, il résulte absolument nécessaire de:

- a) réduire les pertes de cette matière première dans toutes les phases de travail;
- b) récupérer tous les résidus et les déchets pour en obtenir des sous-produits dont la valeur marchande est supérieure aux frais de récolte et de transformation.

2. Pertes et Récupérations possibles dans les processus de transformation.

2.1 dans les travaux d'exploitation forestière:

Certaines pertes sont absolument inévitables: il s'agit de la sciure et des copeaux produits par les entailles moyennant

lesquelles on abat l'arbre, mais d'autres par contre sont récupérables, au moins partiellement. Il s'agit des parties de l'arbre qui restent dans le sol (souches et racines), de la cime et des branches que l'on est contraint à couper pour pouvoir débusquer les billes.

L'ensemble des souches et de la cime (qui comprend non seulement des branches de toute dimension, mais aussi des brindilles et des feuilles) constitue une partie importante de la biomasse de l'arbre et son éventuelle utilisation pose un sérieux dilemme. En effet, d'un côté, cette masse peut fournir du combustible ou de la matière première à panneaux ou à cellulose, mais d'un autre côté son extraction de la forêt signifie un appauvrissement substantiel du sol, avec des conséquences futures négatives pour la conservation de la productivité forestière.

Avec le coût actuel de la main d'oeuvre plus personne ne peut songer au dessouchage à la main, mais pour effectuer ce travail on dispose aujourd'hui de machines de grande puissance (traitées dans le rapport sur l'exploitation forestière); en définitive, d'un point de vue purement théorique, la récupération de ces déchets s'avère tout à fait inutile: c'est notamment le cas des forêts tropicales des régions peu accessibles. Néanmoins lorsque l'abattage des arbres et l'exploitation intégrale de la forêt sont suivis du défrichement dans la mesure où le sol est destiné à des cultures agricoles, l'enlèvement des souches et des racines s'avère indispensable et, dans ce cas, il faut étudier de près toutes les possibilités d'utilisation.

Lorsque l'exploitation a pour but une plantation industrielle d'arbres à croissance rapide, l'enlèvement total de la biomasse peut être toléré, d'autant plus que pour renouveler le peuplement il faut absolument libérer le sol de tout ce qui pourrait entraver le labourage: pour redonner au terrain les éléments de fertilité, on devra intervenir avec des engrais appropriés. Dans ces plantations (très souvent de peupliers, de pins tropicaux ou d'eucalyptus) les racines sont presque toujours peu étendues et peu volumineuses:

elles peuvent être extraites par des machines de puissance modeste. Des résultats satisfaisants sont obtenus en faisant recours à des tarières creuses actionnées par une prise de force sur un tracteur: cette tarière tranche les racines latérales et permet d'enlever le pivot principal. Une autre machine, toujours accouplée à un tracteur, est la fraiseuse rotative à axe vertical qui réduit en chicots le pivot principal: évidemment, dans les deux cas, il faut successivement nettoyer le sol par la mise au jour et l'entassement des racines latérales.

Une fois que les souches, les racines et les branches sont hors du sol leur réduction en copeaux ou en plaquettes (chips) sera confiée à une des nombreuses machines déchiqueteuses existantes. Du point de vue purement technique ce travail ne présente aucune difficulté particulière, mais il faut néanmoins tenir compte que, pour le succès économique de l'opération, il faudra étudier avec la plus grande attention s'il est plus rentable de stationner la machine sur un chantier fixe aménagé exprès où l'on fera arriver les racines et les branches ou, par contre, déplacer la machine (suivie par la remorque de chargement) le long des rangées d'arbres. Une remarque importante à faire est que les souches ne peuvent pas être envoyées telles quelles à la déchiqueteuse mais doivent avant être soigneusement nettoyées par un jet d'eau sous pression et réduites en pièces ou en éclats de dimensions modestes: ces deux opérations entraînent naturellement des frais considérables.

Une récupération possible des déchets forestiers, et notamment des branches, est représentée par la transformation en charbon. Dans maintes régions forestières du monde, cette opération, connue depuis l'aube de la civilisation, continue à être effectuée suivant des traditions locales qui ne sont pas toujours très rationnelles mais qui ne vaudraient pas la peine de modifier aujourd'hui. En général, il s'agit de meules couvertes par une sorte de manteau en terre et argile dans lequel on a laissé une cheminée centrale et

des ouvertures de moindre diamètre distribuées tout autour afin de régler le tirage de l'air. Pour cette carbonisation à caractère tout à fait artisanal, aucune machine n'est nécessaire en dehors des scies et des haches.

Dans les régions où un approvisionnement régulier de charbon de bois est indispensable pour certaines activités (par exemple pour la métallurgie), la cuisson du charbon est organisée sur une base semi-industrielle à emplacement fixe, par exemple moyennant des séries de meules ou plutôt de fours, dont la partie inférieure est constituée par une sorte de coque en maçonnerie: une fois que le tas qui constitue la meule est complété, on achève la couverture par une couche d'argile. Dans ce cas on est donc obligé de transporter le bois du parterre de coupe jusqu'à l'emplacement des meules, chose qui n'est pas toujours aisée et qui, surtout, résulte fort coûteuse. Pour économiser sur les transports on peut alors recourir à des fours métalliques démontables, à ériger directement sur les chantiers d'exploitation. Ces fours ont été étudiés dans plusieurs pays et l'on dispose de différents modèles qui présentent des avantages incontestables par rapport aux meules à l'air libre. Les points essentiels pour arriver à des solutions satisfaisantes sont la facilité de transport et d'assemblage des pièces métalliques et l'emploi d'un acier capable de résister sans déformations aux températures élevées atteintes en cours de cuisson.

2.2 Pertes et récupérations possibles dans les parcs à grumes:

Les pertes de volume dans la phase de stockage et de préparation pour les opérations successives sont à rechercher dans l'élimination de l'écorce et des rondelles d'extrémité pour régulariser les grumes avant le sciage ou le déroulage.

Alors qu'autrefois l'élimination de l'écorce était effectuée à la main avec des lames emmanchées et des couteaux de forme par-

ticulières, aujourd'hui on a recours à des écorceuses dont on a sur le marché une gamme assez étendue qui comprend soit des types pour installations fixes, soit des types mobiles: les principaux sont cités dans les rapports concernant les scieries et les fabriques de contre-plaqué.

Les écorces occupent un espace considérable et, souvent, donnent lieu à des inconvénients d'une certaine gravité: fermentation avec pollution du milieu et mauvaise odeur, risques d'incendie et infestations par des insectes xylophages et champignons lignicoles... Il faut donc prévoir leur élimination totale et à cet effet deux sont les possibilités concrètes:

- a) combustion pour l'obtention d'énergie industrielle,
- b) emplois divers pour l'agriculture.

Une troisième éventualité sera représentée par la réduction en copeaux ou plaquettes (chips) pour la fabrication de panneaux mais le fait, qu'assez souvent, les écorces arrivent déjà partiellement pourries et, en tout cas, très humides (chose qui oblige à les sécher préalablement) et que les panneaux obtenus sont de valeur nettement inférieure à celle des panneaux en bois, exclue toute possibilité concrète.

Pour utiliser les écorces comme combustibles il faut réduire leur humidité à un taux avantageux. Une première partie de l'eau libre peut être éliminée par un essorage entre deux plaques horizontales ou par une sorte de lamination entre deux cylindres verticaux. Successivement, il convient de réduire le matériel en pièces d'environ 4 cm de longueur que l'on acheminera au brûleur dans un conduit où passent les gaz mêmes de la combustion: ces gaz enlèveront une bonne partie de l'eau restante. Les caractéristiques particulières de construction d'un brûleur à écorces doivent permettre trois stades de combustion, à savoir: phase finale de séchage, élimination totale des gaz par un mélange approprié avec l'oxygène de l'air.

Les types de foyer à employer sont ceux à grille inclinée ou mécanique: dans les détails de fabrication il faut tenir compte que la terre et le sable, qui souvent accompagnent les écorces, peuvent générer des incrustations qui gênent une combustion aisée. Les surfaces chauffantes des chaudières doivent être disposées de façon à éviter aussi bien le refroidissement de la chambre de combustion au niveau de la grille qu'une diminution de la vitesse d'allumage.

Pour la combustion il convient toujours de joindre aux écorces des déchets de bois ou de la sciure: on peut aussi faire un chauffage mixte écorces/mazout: évidemment il faudra étudier un brûleur exprès et, en même temps, établir les procédés nécessaires pour éviter tout risque d'incrustation sur les tuyaux d'eau.

L'écorce à elle seule, ou en mélange avec de la sciure, peut aussi être comprimée en briquettes destinées au chauffage domestique.

L'emploi le plus simple des écorces dans l'agriculture est leur réduction en fragments à mélanger au terrain dans le but de diminuer l'évaporation superficielle du sol et la facilité d'installation d'une végétation herbacée: la transformation en humus ne se produira que très lentement. Pour accélérer cette transformation on dispose aujourd'hui de procédés fondés sur des actions microbiologiques qui permettent d'obtenir en peu de temps un terreau ayant un pourcentage élevé d'acides humiques riches en azote, sans odeur désagréable, et dont les propriétés fertilisantes sont unies à des caractéristiques physiques qui amènent à une sensible amélioration de la structure et de la compacité du sol. Il faut néanmoins souligner le fait que la présentation et les caractéristiques initiales des écorces ne sont pas les mêmes pour toutes les essences, chose qui oblige donc à faire des essais pour établir la façon dont il faudra procéder.

Les rondelles de régularisation des deux extrémités des grumes peuvent servir de combustible ou de bois de trituration à panneaux ou à cellulose. Dans le premier cas elles sont préalablement soumises à un fendage sommaire tandis que pour les panneaux ou cellulose, elles devront être réduites en "chips".

2.3 Pertes et récupérations possibles dans les scieries:

Le sciage des grumes porte à un ensemble important de déchets et de résidus sous forme de:

- a) coursons et pièces de longueur inférieure à celle des grumes (ceci étant dû au défilement de l'arbre),
- b) sciure,
- c) délignures,
- d) pièces inutilisables comme sciages à cause de défauts ou d'altérations.

Pour les pièces indiquées sous a) et d) la récupération se fait avec un travail supplémentaire de réduction en "coupes nettes" ou encore en les divisant en lattes de dimension inférieure pour constituer l'"âme" des panneaux lattés. Dans ce but les coursons ou les sciages défectueux, après le tronçonnage à la longueur voulue, sont passés sous une série de petites scies circulaires en parallèle. Dans la plupart des cas les lattes obtenues ne sont pas encore assez sèches et il faudra encore les passer dans un séchoir: Lorsqu'elles auront l'humidité appropriée, on pourra passer à l'assemblage en adoptant un des systèmes indiqués dans le rapport sur la fabrication du contre-plaqué.

Toutes les pièces inutilisables à cet effet, ainsi que les délignures, servent comme combustible à employer tel quel dans les chaudières de la scierie ou comme bois de trituration. Les pièces de récupération pour la fabrication de panneaux ou cellulose, sont très appréciées et aujourd'hui toutes les scieries d'une certaine importance sont équipées de déchiqueteuses (voir rapport sur les scieries).

Pour éviter le double travail représenté par le sciage et par la trituration successive, on peut recourir au système américain de sciage connu sous le nom de "chip N" dans lequel une seule machine effectue à la fois le sciage et la réduction en chips des parties périmétrales des grumes qui débordent par rapport au contour des

Les possibilités d'employer utilement les sciures, qui constituent une partie importante des pertes au sciage (on arrive souvent à dépasser 10%), sont multiples aussi bien à l'état naturel qui n'exige pas de machines spéciales, ni des transformations chimiques (fabrication de l'acide oxalique) ni de la transformation en panneaux de types variés pour laquelle on pourra consulter le rapport sur les panneaux de particules. Ici nous voulons simplement rappeler l'utilisation comme combustible sous forme de briquettes agglomérées par compression, sans aucune adjonction d'adhésifs ou autres substances, car c'est la température même à laquelle la masse arrive par effet de la compression ($100-170 \text{ N/cm}^2$) qui détermine l'agglomération. Pour fabriquer ces briquettes, on dispose de deux machines très connues, la Glomera suisse et la Pres-to-log américaine.

2.4 Pertes et récupérations dans les usines de contre-plaqué:

En ce qui concerne les écorces on doit répéter ce que l'on a déjà dit à propos des parcs à grumes.

Les autres pertes sont:

- a) les bandes et les feuilles incomplètes qui tombent lors de la mise au rond, les délignures latérales de la bande déroulée et tout ce qui est inutilisable même pour les plis internes des panneaux;
- b) les rondins de petit diamètre qui restent à la fin du déroulage ("âmes" des grumes);
- c) les poussières de ponçage;
- d) les délignures finales des panneaux lors de leur réduction aux dimensions voulues, et tous les rébutts produits au cours du travail.

Pour le matériel des points c) et d) la seule utilisation possible est la combustion.

Pour les déchets de la mise au rond, il est plus avantageux d'en prévoir la trituration que la combustion.

Pour les âmes de déroulage on a l'alternative entre la trituration et le sciage en planchettes de plus petite épaisseur pour emballage légers: pour cette dernière opération il faut disposer d'une scie conçue exprès.

2.5 Récupération de déchets ligneux pour la fabrication de farine de bois.

La farine de bois est un produit dont maintes applications sont très intéressantes et pour cette raison elle peut constituer une récupération de résidus ligneux qui mérite une considération toute à fait spéciale.

La matière première de départ doit toutefois satisfaire à des conditions impératives, c'est-à-dire n'être constituée que d'une seule essence (si possible de couleur claire) et ne pas être trop chargée d'impuretés (parties d'écorce, sable, corps étrangers, résine, colle ...).

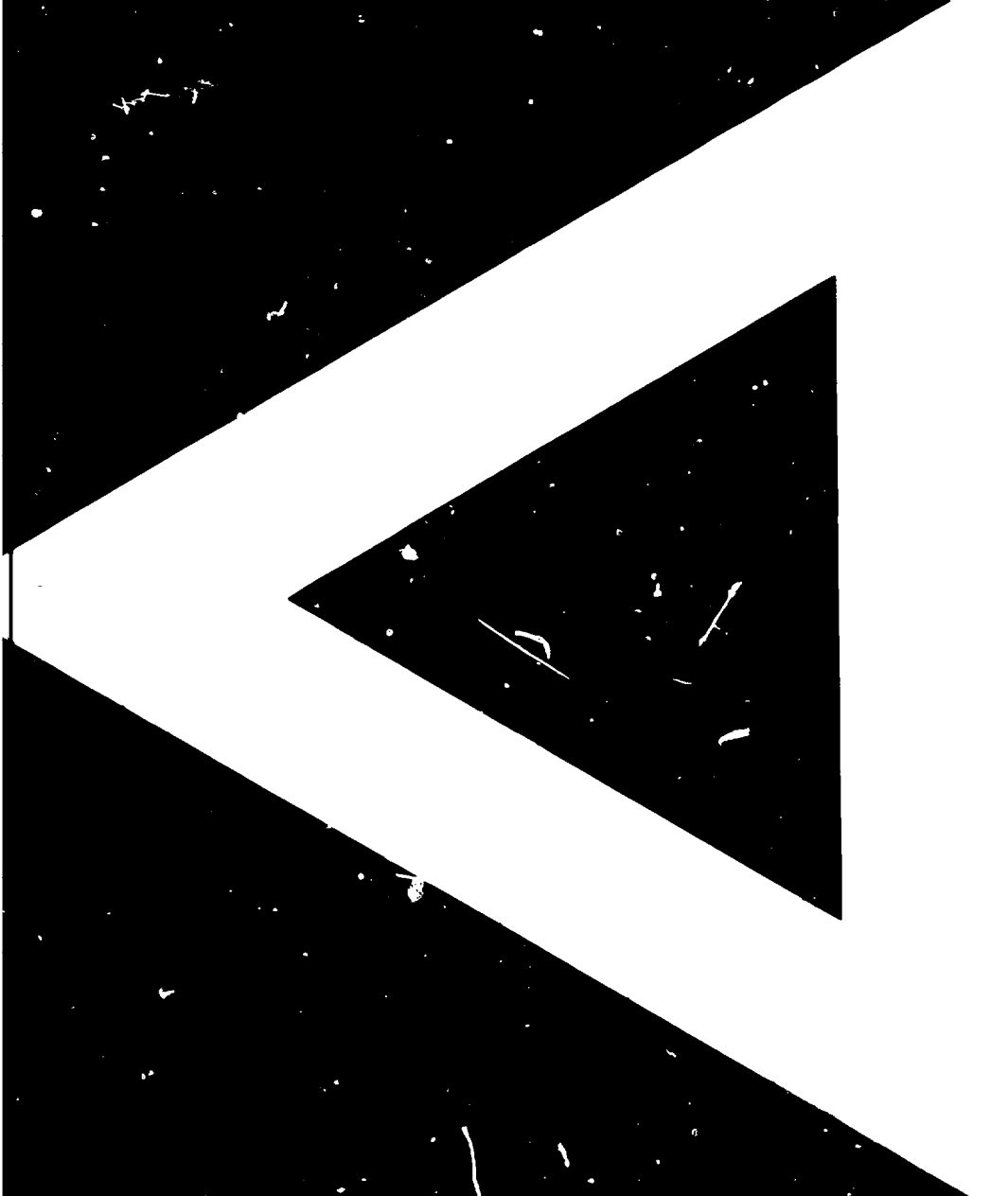
Si les résidus sont constitués uniquement par de la sciure plus ou moins grossière, le processus de travail commence par le passage dans un conduit hélicoïdal où des diaphragmes arrêtent les particules non ligneuses: ces diaphragmes sont intégrés par des aimants qui éliminent toute présence de poussières ou fragments métalliques dérivés de l'usure des fers de travail. Par la suite la sciure passe aux broyeurs dont il en existe plusieurs types, à savoir:

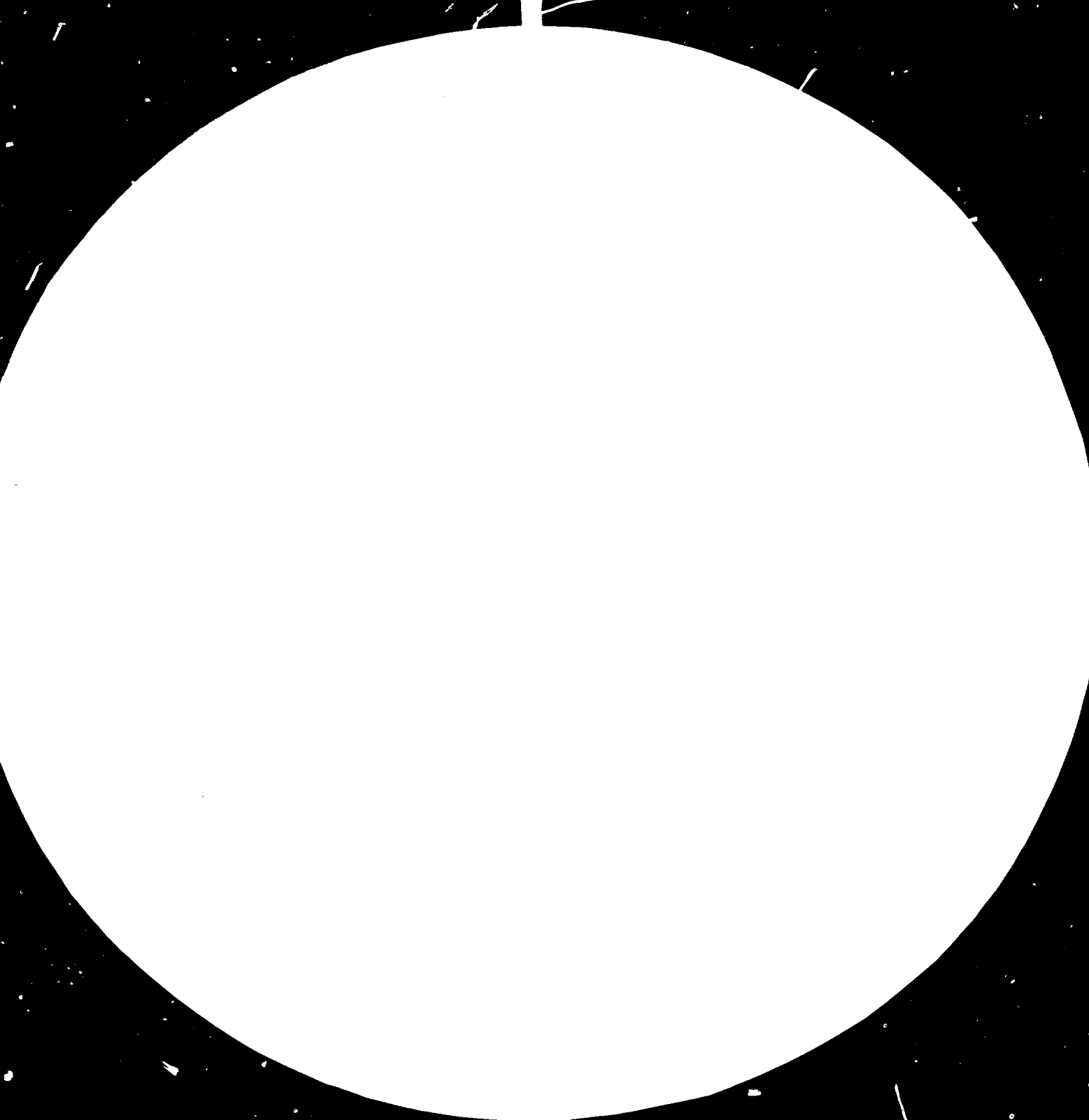
- type à deux meules, une fixe et une tournante ou toutes les deux tournant en sens inverse: les meules peuvent être remplacées par des disques en acier munis de fines rainures divergentes;

- type à deux cylindres à surfaces rainurées, tournant en sens inverse, qui évasent la sciure donnant une poussière assez fine;
- type à boules libres à l'intérieur d'une cavité dont la surface interne est munie de saillies en spirale: en faisant vibrer l'ensemble les chocs répétés des boules contre les saillies réduisent les particules en poussière extrêmement fine;
- types à marteaux à arêtes vives; etc.

A la sortie du broyeur la masse obtenue est criblée afin de séparer les différentes catégories de diamètre des particules. Par la suite on en effectue le séchage dans des séchoirs rotatifs qu'il faut contrôler avec la plus grande attention afin d'éviter tout risque d'ignition. Ce risque existe du début du travail jusqu'à la fin, et par conséquent il faut veiller à ce que les installations électriques soient parfaitement isolées et protégées.







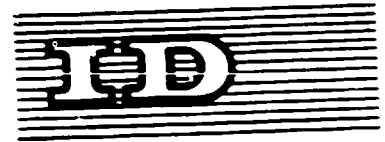


MICROSCOPY RESOLUTION TEST CHART

NBS 1963-A (FORMERLY NBS 1963-A) NATIONAL BUREAU OF STANDARDS



with
E9641--F



Distr. LIMITEE

ID/WG.320/1/Corr.1

28 avril 1982

FRANCAIS SEULEMENT

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Stage technique sur les critères de choix
des machines à travailler le bois
Milan (Italie), 5-21 mai 1980

RECUPERATION ET UTILISATION DES DECHETS DES INDUSTRIES DU BOIS

par
G. Giordano

Rectificatif

Page 9, paragraphe 1, ligne 11

Au lieu de (100-170 N/cm²) lire (100-170 N/mm²)

