



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

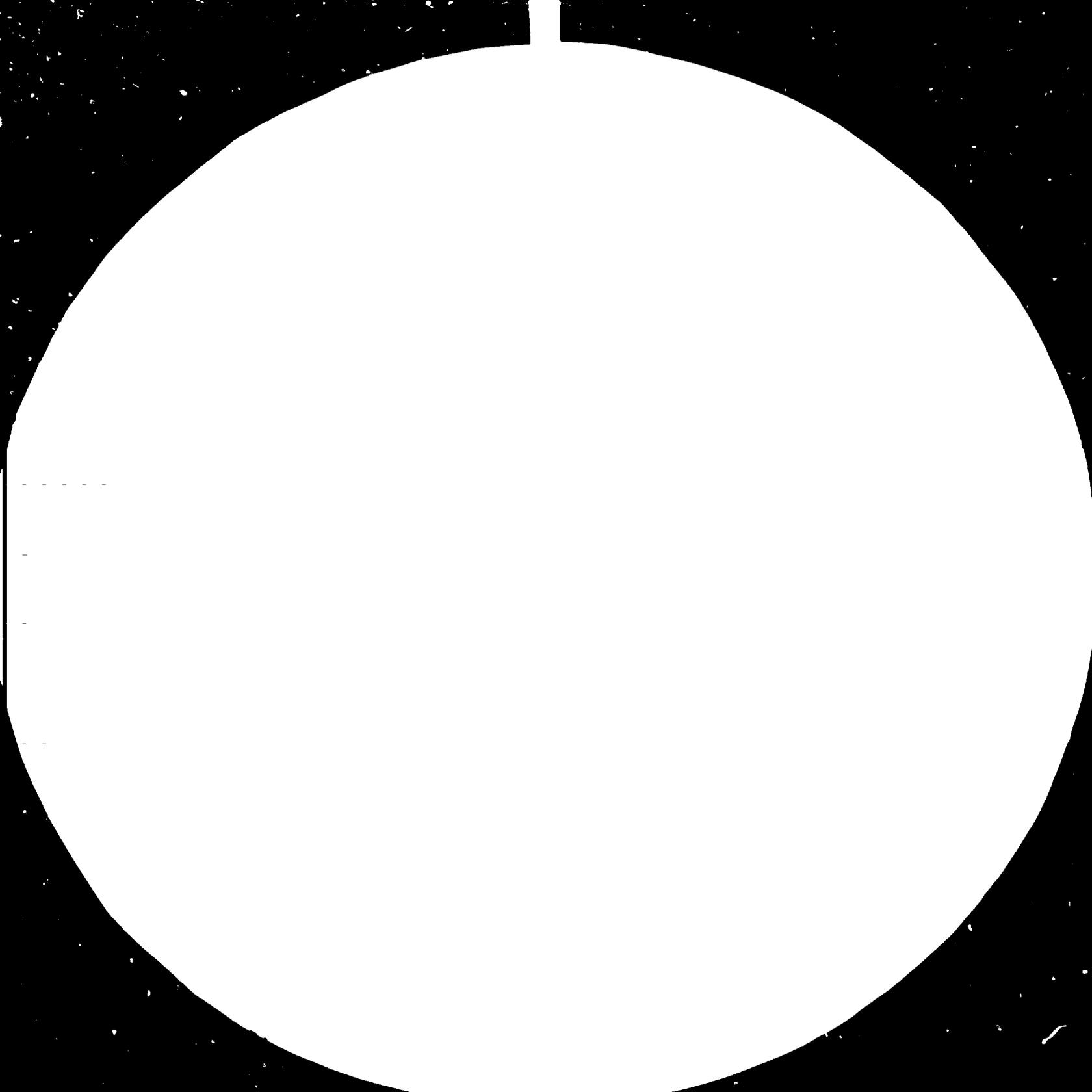
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

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

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







14351-F

Distr.  
LIMITEE

ID/WG.432/2  
27 février 1986

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

FRANCAIS

---

Stage technique sur les critères de  
choix des machines à travailler le bois  
Milan, Italie, 14-30 mai 1984

L'ENERGIE ET LES EQUIPEMENTS AUXILIAIRES DANS LES  
ENTREPRISES POUR LE TRAVAIL DU BOIS\*

Etabli par

E. Banfi\*\*

---

\* Les vues et opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Secrétariat de l'ONU. Ce document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

\*\* Expert en machines à travailler le bois, ACIMALL, Milan, Italie.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Introduction	1
Energie électrique	2
1. Généralités	2
2. Production d'énergie	2
3. Distribution	4
4. Domaine d'utilisation	6
5. Dispositifs de protection et de sécurité	8
Air comprimé	10
1. Généralités	10
2. Compresseurs	11
3. Système de refoulement et de distribution	14
4. Domaine d'utilisation	15
Energie thermique	17
1. Généralités	17
2. Production	17
3. Distribution	19
4. Utilisation	20
Critères techniques et économiques d'évaluation des composants de l'installation	20
1. Pertes de charge	21
2. Dispersion thermique	23

## INTRODUCTION

La gestion économique d'une usine se base essentiellement sur les services technologiques constituant les infrastructures des installations industrielles.

Si les machines-outils (en fait, dans ce cas, les machines à travailler le bois), déterminent le niveau quantitatif et qualitatif de la production, les systèmes auxiliaires doivent, quant à eux, garantir le fonctionnement régulier et la gestion économique des procédés de production.

Ce rapport a pour but d'établir un schéma, sur le plan technique, des composants des différents services technologiques les plus répandus dans les industries centrées sur le travail du bois (énergie électrique, vapeur, eau, air comprimé), ainsi que de définir les critères de sélection des solutions les plus appropriées.

Il convient de ne jamais oublier une norme fondamentale selon laquelle tout problème a un nombre considérable de solutions qui s'avèrent toutes acceptables d'un point de vue technique exclusivement, alors qu'en choisissant l'équipement, il faut optimiser la gestion en identifiant la solution la plus rentable du point de vue économique.

Pour pouvoir faire cela, il est avant tout nécessaire d'identifier les paramètres auxquels il convient d'attribuer la plus grande importance et de les séparer de ceux susceptibles d'être relégués au deuxième plan.

Il est également très important de prévoir une éventuelle modification ou extension de certaines parties de l'installation au cours des années, étant donné que leur vie économique doit être deux décennies environ.

Ces données constituent les critères fondamentaux à partir desquels il convient de s'inspirer en général. Cependant, avant d'affronter le problème du choix, sur le plan qualitatif, entre les différentes alternatives possibles, il faut procéder à une analyse des composantes essentielles des principales installations auxiliaires.

## ENERGIE ELECTRIQUE

### 1. Généralités

Cette installation est fondamentale pour toutes les unités de production caractérisées par le fonctionnement de machines, étant donné qu'elle intervient également dans d'autres systèmes et services technologiques au cours des phases de commande et de réglage.

L'énergie électrique se caractérise par les avantages suivants pour ce qui est de sa distribution:

- facilité de transport;
- forte densité d'énergie par le volume des conducteurs.

### 2. Production d'énergie

Vu la quantité d'énergie requise par les machines à travailler le bois, l'autoproduction n'est jamais avantageuse s'il est possible de s'approvisionner à partir d'un réseau de distribution existant est possible. La connection au réseau sera dès lors nécessaire, éventuellement par une station de transformation, en vue d'une réduction de la tension de ligne en fonction des exigences des machines.

La fig. 1 montre, du point de vue quantitatif, les variations de la puissance électrique installée pour différents équipements et machines à travailler le bois.

Si le branchement sur les réseaux de distribution s'avère impossible, le groupe électrogène représente le coeur du système de production de l'énergie. Celui-ci se compose généralement d'un moteur Diesel relié à un alternateur.

industrie de meubles équipée de lignes de machines spéciales   
industrie de meubles équipée de machines traditionnelles   
menuiserie  scierie 

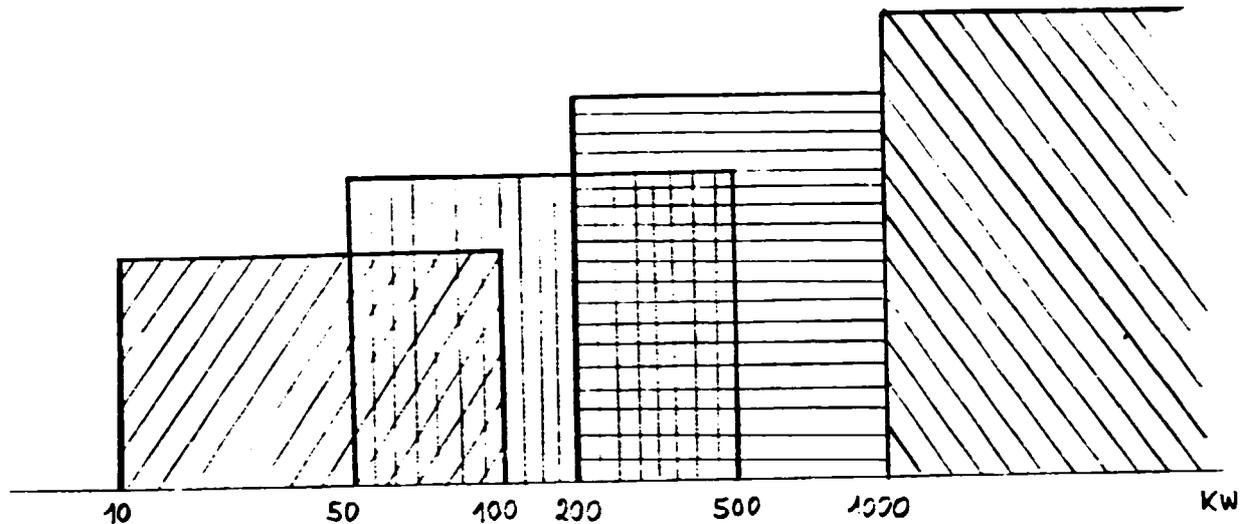


Fig. 1: Puissance absorbée dans les installations à travailler le bois

### 3. Distribution

Les principaux schémas de distribution de l'énergie aux machines sont

- a) le système radial; et
- b) le système en anneau.

a) Dans le système radial, les machines sont réunies en sous-groupes en forme d'arbre renversé. Les schémas radiaux peuvent se subdiviser selon les trois types ci-dessous:

- 1. alimentation en fin de ligne et dérivation le long de celle-ci (voir fig. 2 ci-dessous);

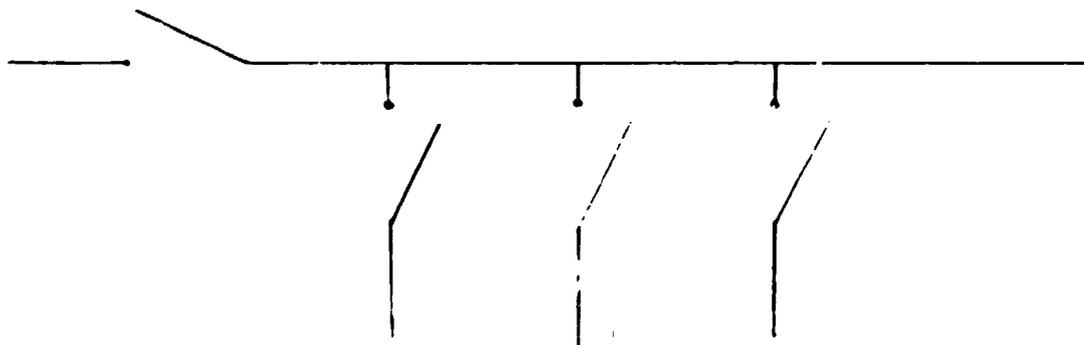


Fig. 2

2. Alimentation au centre de la ligne et dérivation le long de celle-ci (voir fig. 3 ci-dessous).

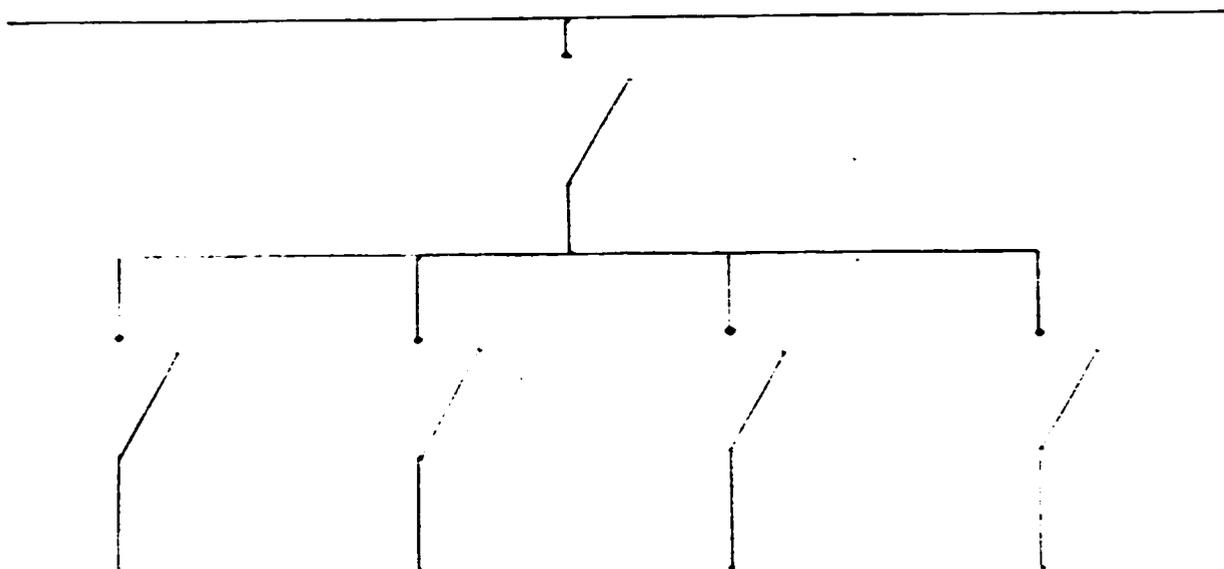


Fig. 3.

3. Alimentation et dérivation situées en un seul point de la ligne (centre contrôle moteurs) (voir fig. 4 ci-dessous).

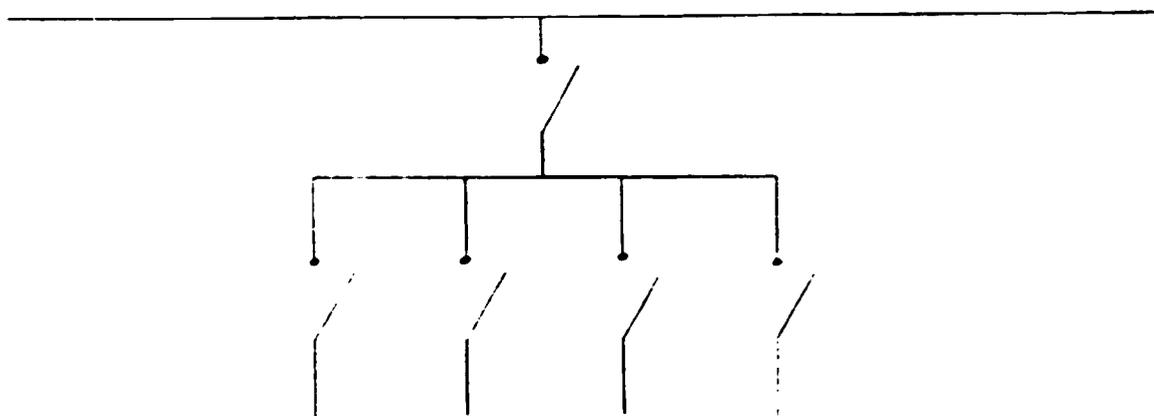


Fig. 4.

- b) Le système en anneau fermé permet de procéder à l'alimentation des machines en fonction de deux sources de courant différentes (voir fig. 5 ci-dessous).

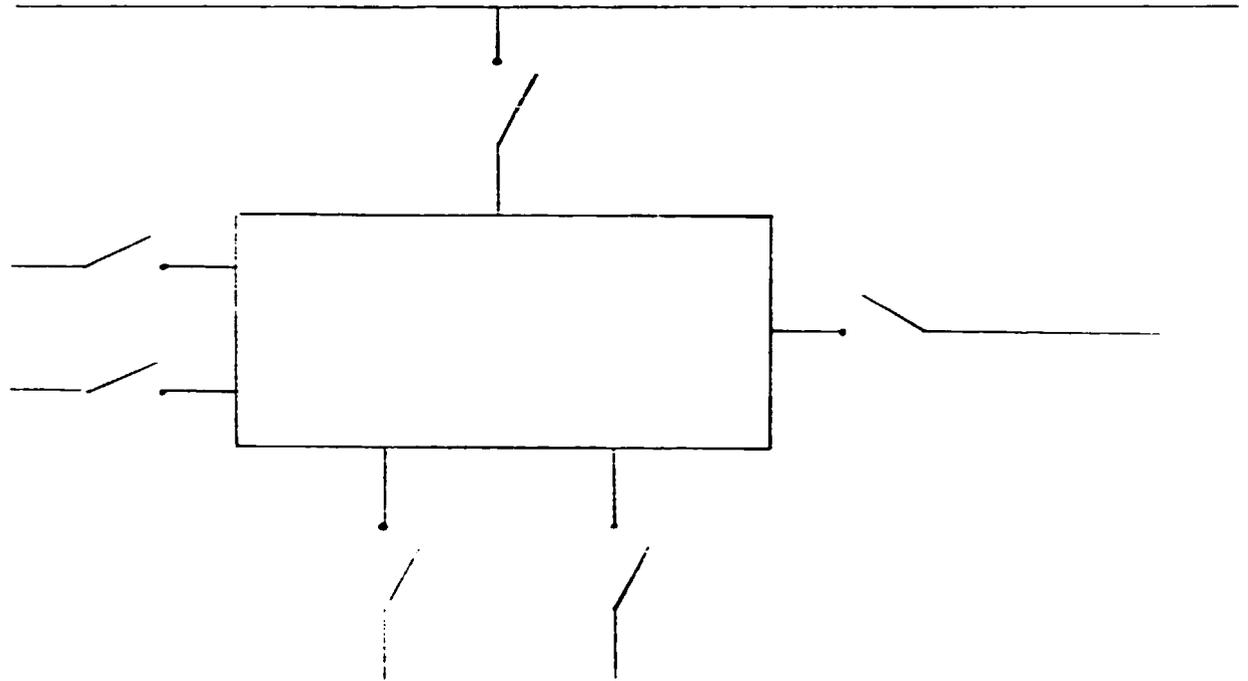


Fig. 5

On adopte souvent le système de distribution en anneau fermé dans les installations de travail du bois, étant donné que les machines peuvent être alimentées à partir de deux sources, résultant en un degré supérieur de fiabilité.

D'autre part, il résulte également une plus grande complexité quant à la pose des conducteurs, qui doivent parfois être caractérisés par de grandes longueurs dans le cas d'établissements d'une certaine taille, alors que leur section doit être établie sur la base de la puissance maximale absorbée par l'installation.

Les machines, étant disposées en série, ne peuvent être réparties.

Les types de conducteurs les plus courants sont en cuivre, alors que les câbles en cuivre isolés peuvent être installés sous terre ou bien être introduits dans des gaines suspendues.

En l'absence de contre-indications particulières, la pose des conducteurs dans des gaines suspendues présente l'avantage d'un branchement ou d'un débranchement rapide du réseau, d'un entretien aisé et découvert, ainsi qu'une réalisation de travaux au-dessous du pavage sans aucun risque pour le réseau électrique.

Dans ce cas, il faut veiller à ce que la dispersion thermique dans l'air ambiant soit suffisamment élevée pour que le conducteur ne présente pas des températures inacceptables. Par contre, si des raisons techniques interdisent la mise en place des conducteurs dans des gaines suspendues, à moins qu'une telle opération ne soit autorisée, il est alors nécessaire de mettre en place des conducteurs au-dessous du niveau du sol, mais après les avoir introduits dans des conduites ou dans des gaines pour les protéger contre tout dommage éventuel découlant de chocs ou d'infiltrations vu qu'il faut absolument se protéger contre les agents atmosphériques.

#### 4. Domaine d'utilisation

Dans la quasi-totalité des cas relatifs aux machines à travailler le bois, ce domaine d'application est représenté par des moteurs électriques asynchrones.

La fig. 6 illustre les caractéristiques mécaniques de fonctionnement de ce type de moteur.

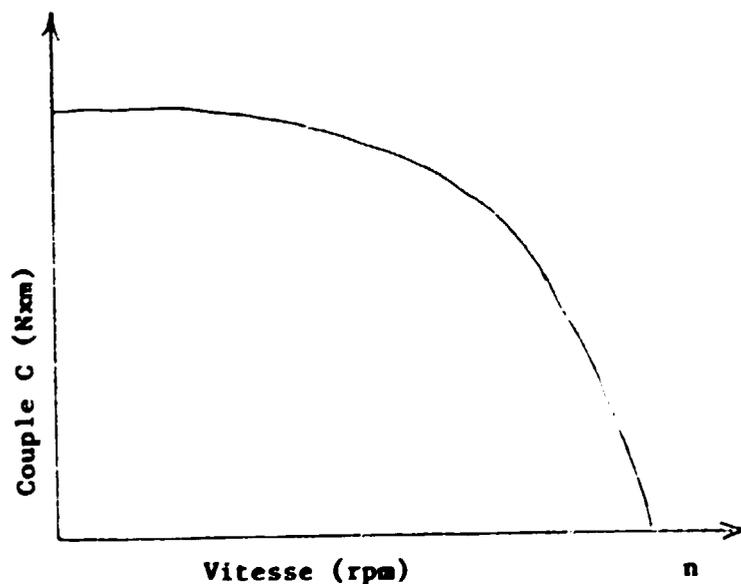


Fig. 6: Caractéristiques mécaniques de fonctionnement de moteurs.

Le couple de démarrage, fort proche du couple maximal, décroît ensuite constamment au fur et à mesure qu'augmente la vitesse. Ce type de moteur s'avère dès lors être approprié dans le cas des machines-outils, étant donné sa capacité d'autorégulation qui le pousse à se positionner sur le point de fonctionnement requis, de par une variation de sa vitesse et un maintien des valeurs de rendement à proximité des valeurs maximales pour un grand nombre d'utilisations.

Comme le montre la fig. 7, une contre-indication du point de vue de l'installation électrique, est la décroissance moins rapide du facteur puissance avec des valeurs de charge peu élevées.

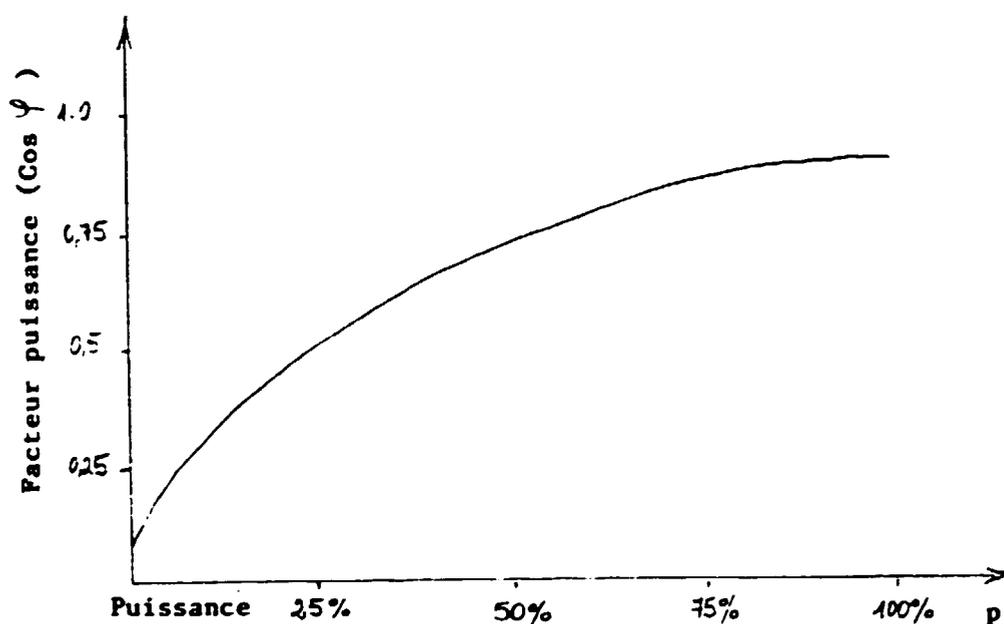


Fig. 7: Graphique puissance/facteur puissance de moteurs électriques asynchrones

Il s'impose donc de prévoir des systèmes de production de la puissance réactive pouvant être introduits dans le réseau en vue d'une diminution de la puissance globale absorbée par une augmentation du facteur de charge.

Des batteries de condensateurs statiques doivent dès lors être prévues pour une mise en phase de l'installation.

5. Dispositifs de protection et de sécurité

En plus des nombreux dispositifs de sécurité devant être montés sur les lignes, sur les machines et sur leurs éléments, de l'installation qui imposent la présence de dispositifs en vue d'une interruption immédiate de l'alimentation en cas de fonctionnement anormal, la protection des opérateurs représente un point fondamental, car ils peuvent être en contact avec des parties de l'installation sous tension.

L'intensité du courant passant à travers le corps humain représente en effet, faut-il le rappeler, la cause de lésions qui peuvent être mortelles.

Au fur et à mesure qu'augmente le temps de passage du courant dans le corps humain, l'intensité, quant à elle, diminue, qui est la cause de lésions physiologiques très importantes: un courant de 100mA peut être fatal en l'espace de quelques secondes (voir fig. 8).

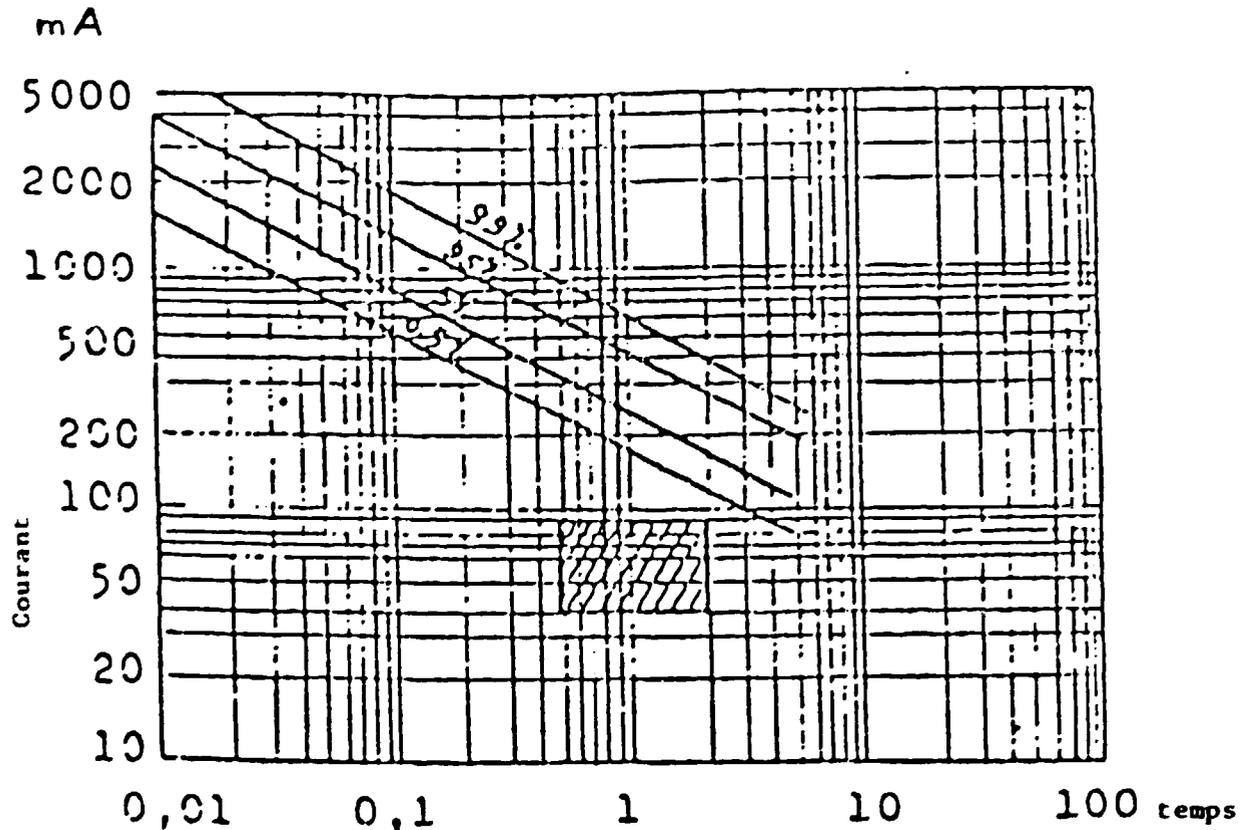


Fig. 8: Courbe de danger selon Dialzel et zone de danger selon Bodier.

Le cas de contacts de l'homme avec certaines parties de l'installation sous tension peuvent être regroupés selon deux catégories de cas:

- les contacts accidentels avec certaines parties sous tension normalement (voir fig. 9) qui se produisent fréquemment au cours des opérations d'entretien.
- les contacts avec certaines parties sous tension à cause de pannes précédentes (voir fig. 10).

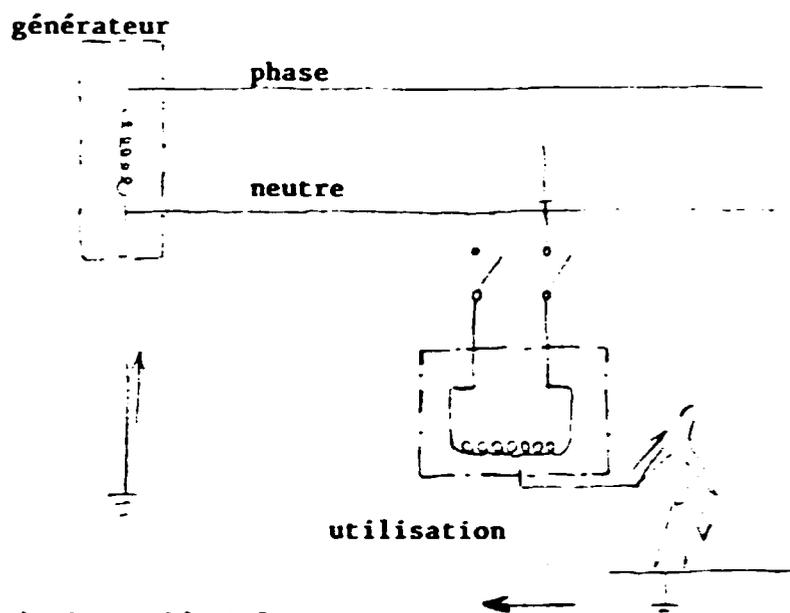


Fig. 9: Contacts accidentels avec certaines parties sous tension normalement.

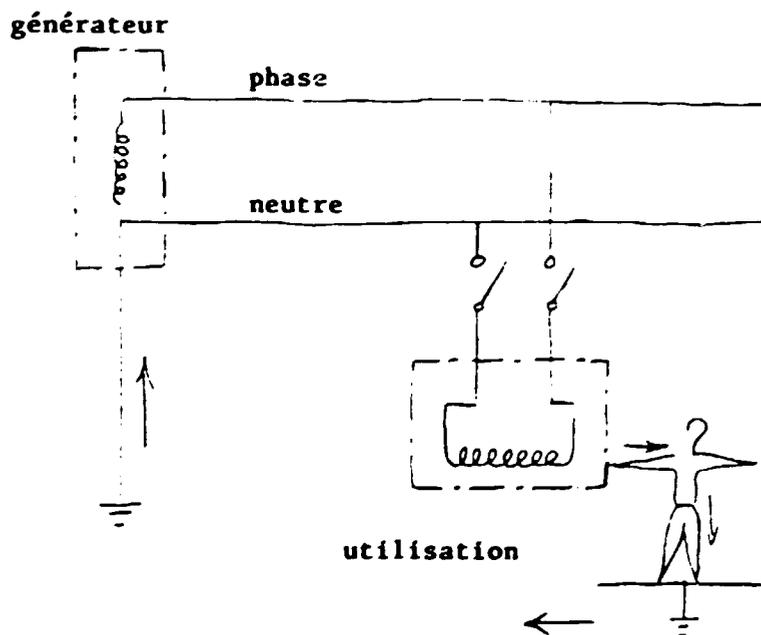


Fig. 10: Contacts avec certaines parties sous tension à cause de pannes précédentes.

Les cas de danger les plus fréquents appartiennent à ce second groupe de possibilités, étant donné que les accidents ne sont pas provoqués par le non-respect des règles de sécurité, mais dérivent plutôt des mauvaises conditions présentées par les organes de connection électriques qui se détériorent dans le temps.

Des systèmes de protection doivent cependant être prévus afin que tout accident ne puisse se produire dans les cas mentionnés ci-dessus. Il s'impose dès lors que le réseau de terre soit conçu et dimensionné convenablement, de sorte qu'il renferme le circuit du courant et empêche tout passage de ce dernier à travers n'importe quel corps humain qui entre en contact avec certaines parties métalliques sous tension (voir fig. 11).

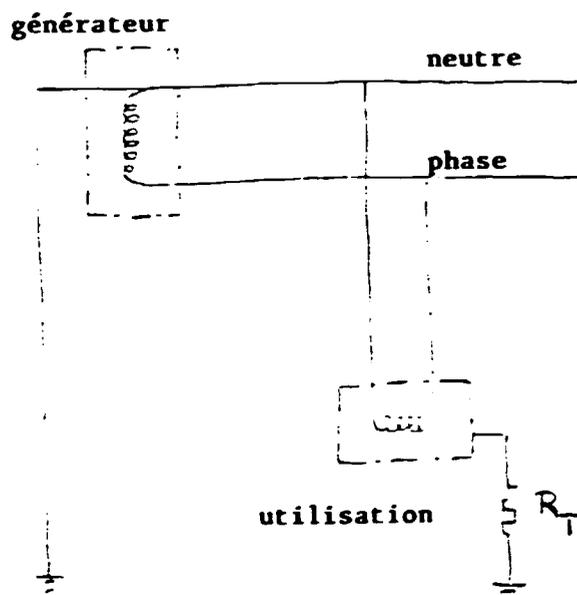


Fig. 11: Système de protection.

#### AIR COMPRIME

##### 1. Généralités

L'air comprimé représente l'une des formes d'énergie les plus utilisées par les installations destinées au travail du bois étant donné ses nombreux

avantages qui le transforment en une source énergétique irremplaçable pratiquement dans le cas de certaines opérations de blocage des pièces usinées, de l'alimentation et de l'évacuation des machines, du vernissage, du fonctionnement des outils (surtout portatifs) des réglages et de la mise en place des pièces.

Un tel fait se produit au détriment également du rendement global relativement peu élevé, interprété en tant que rapport entre l'énergie sous forme pneumatique disponible pour les différentes machines et l'énergie absorbée par les moteurs actionnant les compresseurs.

Les principaux avantages de l'air comprimé consistent en:

- La grande maniabilité des moteurs pneumatiques;
- La possibilité de procéder à des réglages suite à l'ouverture ou à la fermeture des tuyères;
- La protection contre toute surcharge de travail.

Les deux grandeurs mentionnées ci-dessus expriment en fait les besoins en énergie pneumatique d'une installation:

- La pression effective requise ( $\text{kg/cm}^2$ );
- Le débit d'air requis en cas de pleine charge ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ).

Dans la plupart des cas, la pression requise équivaut à  $7 \text{ kg/cm}^2$  environ, avec une consommation oscillant en fonction de l'utilisation.

Une analyse détaillée des principaux composants d'une installation pneumatique (compresseurs, lignes de distribution, dispositifs d'actionnement) ainsi qu'une simple référence aux nombreux accessoires qui s'imposent (filtres d'aspiration, refroidisseurs, séparateurs et appareils de décharge de la vapeur d'eau condensée, amortisseurs de pulsations, réservoirs d'accumulation) est donnée ci-dessous.

## 2. Compresseurs

Il existe quatre types de compresseurs:

- alternatifs à pistons;
- rotatifs volumétriques
- rotatifs à turbine (axiaux ou centrifuges);
- à vis.

Les critères de choix sont énumérés ci-dessous:

- pression maximale de refoulement;
- débit requis;
- rendement isotherme et adiabatique;
- longévité évaluée de la machine;
- vibrations produites.

Les paramètres mentionnés ci-dessus sont reportés dans le tableau ci-dessous:

Type	Pression		Valeurs approximatives: 7 kg / cm <sup>2</sup>				
	Max. kg/cm <sup>2</sup>	Utilisation kg/cm <sup>2</sup>	Débit max. m <sup>3</sup> /min	Poids/puissance kg/kW	Longévité h	Vibrations & compléxité de l'installation	Contamination air comprimé
Pistons	350	7	500	40-70	20.000	A*	Huile
Rotatifs subes	30	7	100	27-35	10.000	B*	Huile
Turbine	12	7	160-2000	20	(20.000)	C*	—
Vis	30	7	300	15	(25.000)	C*	(huile)

A= maximum; B= moyenne; C= minimum.

Le compresseur alternatif est en fait l'appareil le plus utilisé dans les installations qui ont pour but de travailler le bois, étant donné qu'il peut être actionné par un moteur électrique ou bien encore par un moteur à explosion ou diesel.

Il convient de s'orienter vers des compresseurs à effet simple dans le cas de puissances allant jusqu'à 25 CV, alors que l'utilisation de compresseurs à effet double s'avère être préférable pour les puissances supérieures à 100 CV. La zone intermédiaire peut être couverte au choix par l'un des deux types de compresseurs.

Grâce à un bon dimensionnement et à un excellent entretien du réseau de distribution, les pertes de charge ne provoquent que de petites réductions de la pression, il s'impose donc de prévoir un débit de 40 pour cent supérieur par rapport aux valeurs requises par les machines, fuites d'air comprises vu qu'elles augmentent au fil des années.

Les compresseurs à vis, constituent la solution fournie par la dernière génération de compresseurs, ont fortement contribué à la simplification des installations, tout en occasionnant cependant un coût d'installation plus élevé.

Les réglages qui s'imposent en vue du fonctionnement du compresseur s'avèrent être d'une grande importance étant donné que dans le cas des installations destinées au travail du bois, les machines fonctionnent la plupart du temps au-dessous de leur puissance maximale, d'où découle une utilisation du compresseur à des valeurs inférieures par rapport à celles relatives à son régime. En vue de la réalisation d'une gestion économique, il est dès lors fondamental de pouvoir disposer de réglages qui ne paralysent pas excessivement le rendement lorsque l'on s'écarte des conditions normales de fonctionnement.

Le moteur et le compresseur peuvent être couplés comme suit:

- couplage direct;
- avec réducteur;
- avec courroies de transmission.

Le couplage direct, qui confère une grande compacité au système, impose cependant la présence de moteurs caractérisés par un nombre de tours peu élevé, de même qu'un montage extrêmement soigné du système afin de prévenir tout non-alignement des arbres du moteur et du compresseur.

Le couplage par le biais d'un réducteur et de plusieurs engrenages permet d'utiliser des moteurs rapides tout en maintenant une certaine compacité du groupe; quoi qu'il en soit, le coût du réducteur est plutôt élevé.

La transmission à l'aide de courroies confère une plus grande souplesse au système au cas où des variations brusques de la vitesse devaient se produire, alors que le rapport de transmission est susceptible de variations suite au remplacement des poulies. Cette solution requiert cependant plus d'espace en vue de sa mise en place, outre à absorber une puissance supérieure par rapport aux deux premiers cas.

La garantie d'une alimentation correcte en fluide réfrigérant pour les groupes compresseurs est particulièrement importante, alors que ce fluide consiste généralement d'eau en circuit fermé. Le refroidissement du compresseur a pour buts:

- d'abaisser la température finale de l'air afin d'éviter toute sollicitation insupportable des matériaux;
- de réaliser une compression la plus isotherme possible avec le rendement le plus élevé qui soit;
- de provoquer la condensation de la vapeur déchargée dans la ligne par la suite.

Lors de la réalisation du système d'aspiration, il s'impose de rechercher le meilleur compromis possible entre la simplicité de la construction d'une part et la possibilité de procéder à une alimentation avec de l'air à température peu élevée et sans impuretés. La diminution du travail de compression est proportionnelle en fait à celle de la température de l'air aspiré, alors que l'augmentation des impuretés va de pair avec des pertes de charge intolérables provoquées par les filtres qui atteignent cependant une plus grande efficacité.

### 3. Systèmes de refoulement et de distribution

Le groupe compresseur doit être installé dans une pièce qui est en mesure de résister à d'éventuelles explosions, tandis que le système de distribution part de la bride de la soupape d'arrêt montée à l'extérieur de la cloison.

Si le réservoir de service n'est pas très éloigné du compresseur, la conduite de refoulement prévue devrait équivaloir à la conduite de sortie du compresseur, tandis que dans le cas contraire, il vaut mieux augmenter le réservoir d'accumulation constitué par la conduite de par une section supérieure de 20 pour cent environ.

Tout comme dans le cas des installations électriques, le réseau de distribution pourra être composé comme suit:

- un seul collecteur et ses ramifications;
- un collecteur double et ses ramifications;
- en forme d'anneau.

Vu la fiabilité qui distingue les organes d'étranglement et de dérivation, la distribution basée sur un seul collecteur trouve nombre d'applications, tout en permettant de réaliser une économie considérable, sur le plan des coûts, de l'installation. Il vaut mieux pratiquer, cependant, une distribution en forme d'arbre renversé alors que toutes les machines sont réunies en différents sous-groupes qui se rejoignent en amont des points de ramification de la ligne. Si une panne devait se produire en aval du point d'origine des ramifications, on évite de la sorte de devoir exclure toutes les machines à cause d'une seule.

Les conduites rigides peuvent être lisses et connectées à l'aide de brides de tête, soudées, ou bien encore filetées, alors que celles-ci sont de loin plus simples par rapport au premier type sur le plan du montage, bien qu'elles puissent plus facilement provoquer des fuites d'air.

Des raccords souples en caoutchouc ou d'un matériau synthétique s'avèrent nécessaires afin de procéder à la connection d'organes animés par un mouvement relatif. Le dimensionnement des conduites se base sur une chute de pression admissible comprise entre 0,3 et 0,5 kg/cm<sup>2</sup>; en fonction des distances en jeu, et dans le cas de systèmes de distribution caractérisés par des pressions de l'ordre de 7 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4. Domaine d'utilisation

Le système pneumatique effectue les opérations principales suivantes:

- manutention des pièces;
- actionnement des outils.

Les composants pneumatiques interviennent sous toutes les formes d'action possibles dans le cas des pièces, qui va du contrôle de la mise en place de celles-ci à l'alimentation de la machine, à l'enchaînement des machines en ligne, au serrage des pièces; l'actionnement de l'outil se produit généralement de façon à ne conférer que le mouvement d'avance à l'outil en question, alors que l'énergie électrique est utilisée pour la coupe.

Les fig. 12 et 13 reportent deux systèmes pneumatiques différents semblables à ceux qui sont généralement utilisés lors d'usinages courants effectués à l'aide des machines à travailler le bois.

Des accumulateurs jouant le rôle d'un volant doivent être montés en amont des dispositifs d'actionnement pneumatiques.

Les machines n'étant pas caractérisées par la constance dans le temps, la présence d'un réservoir d'accumulation s'impose afin de régulariser le flux de l'air et de ne pas devoir conférer des dimensions excessives au réseau sur la base de la somme des charges maximales de chacune des machines utilisant cette forme d'énergie.

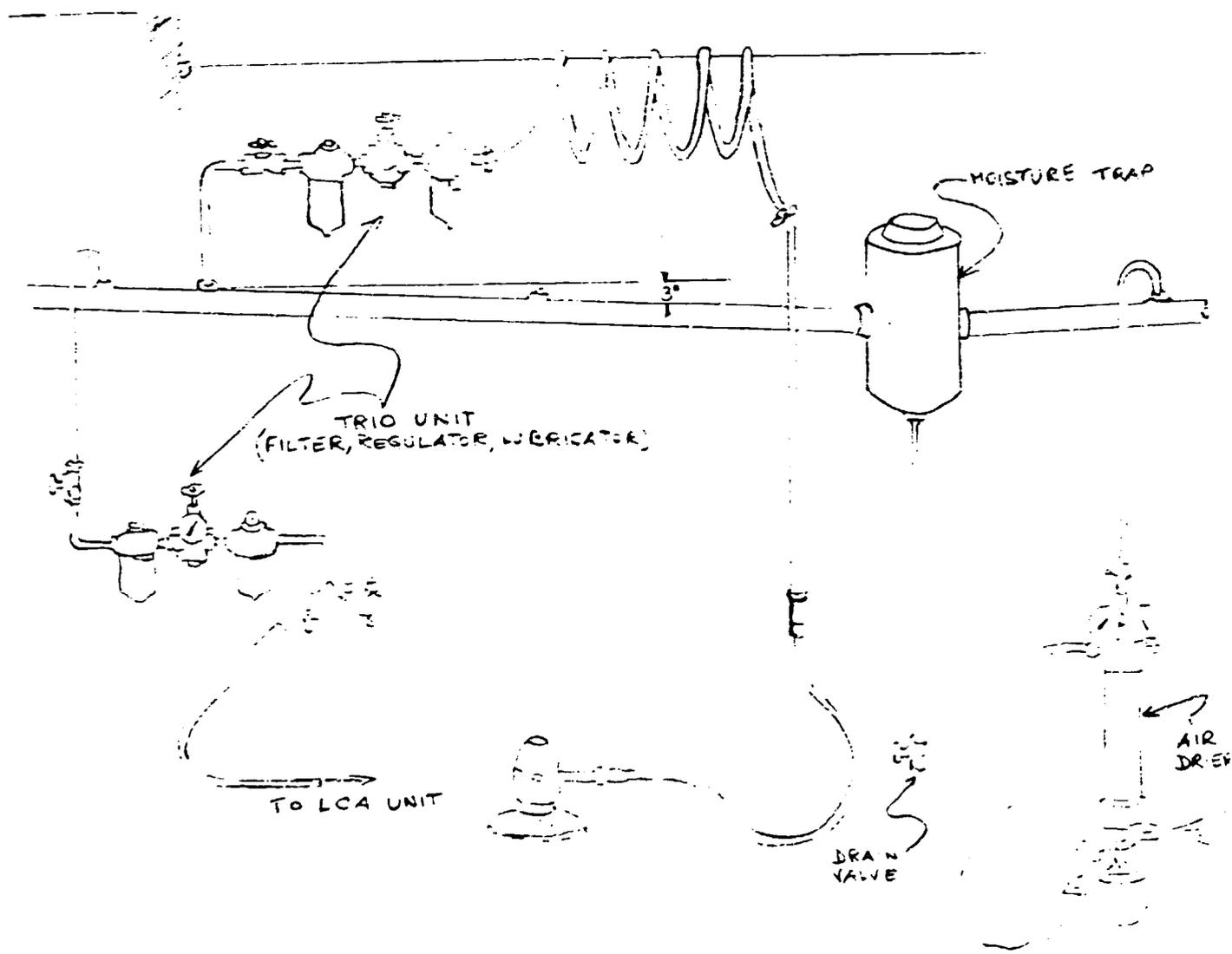


Fig. 12: L'automatisme à coût modéré dans l'industrie du meuble et de la menuiserie.

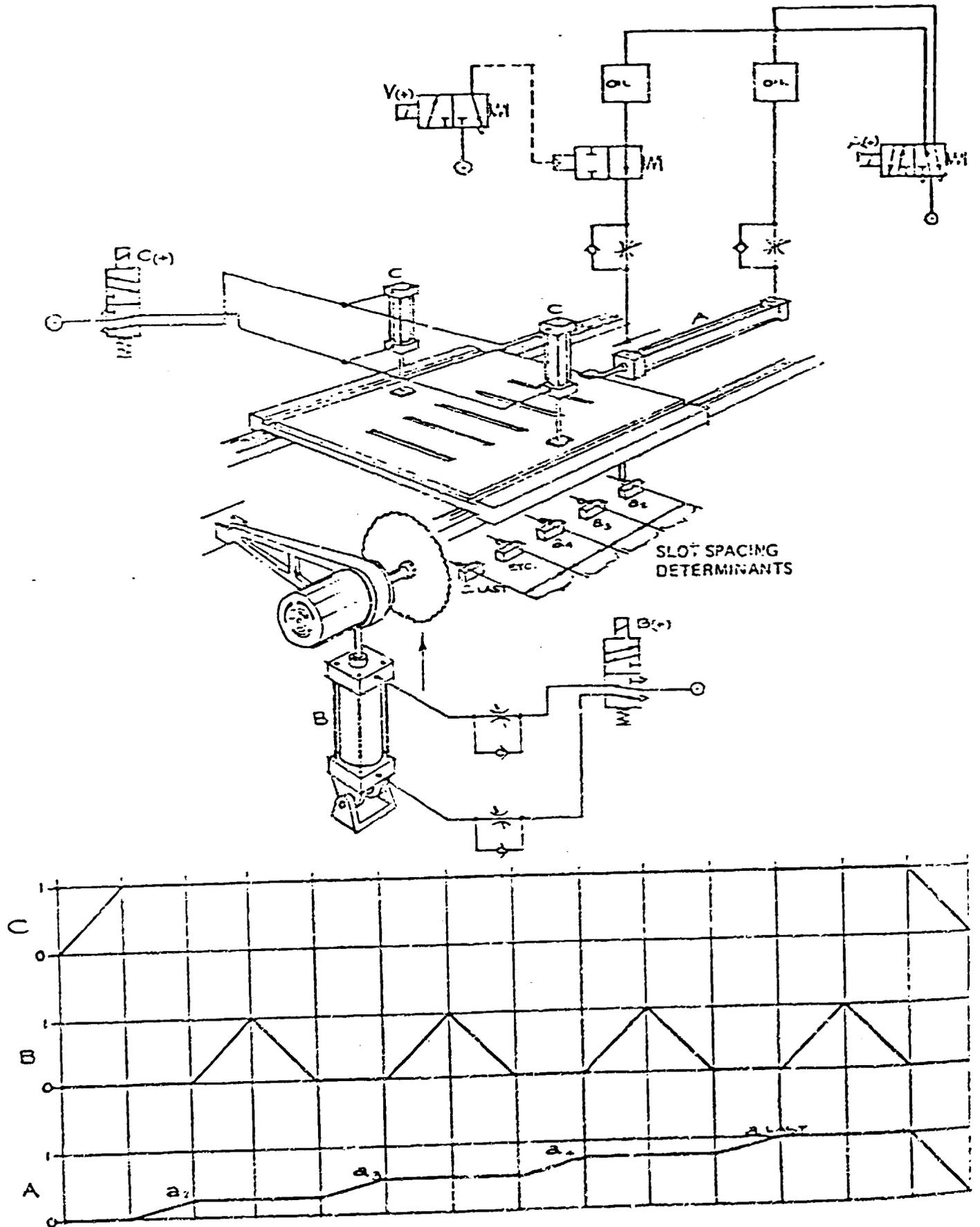


Fig. 13: L'automation à coût modéré dans l'industrie du meuble et de la menuiserie.

## ENERGIE THERMIQUE

### 1. Généralités

L'énergie thermique est requise dans toute installation tant du point de vue technologique et de ses applications en ce sens (presses, séchoirs, installations à vernir etc.), que sur le plan du confort des personnes y travaillant et de la climatisation du milieu (services hygiéniques, chauffage, etc.).

### 2. Production

La capacité du système de production de l'énergie sera calculée sur la base de la charge maximale provenant simultanément des différentes machines.

Il s'impose donc de pouvoir disposer d'un élément producteur d'énergie doté d'un bon rendement, même en cas d'écart par rapport aux conditions de fonctionnement nominal.

Vu la tendance actuelle qui consiste à optimiser l'utilisation de tous les déchets de production, il convient de s'orienter vers le choix d'un élément producteur d'énergie (tel que des chaudières) pouvant être alimenté à l'aide de copeaux, de poussière, de sciure, d'écorces, d'ébarbures de bois et de tout autre déchet ligno-cellulosique du procédé.

Le pouvoir calorifique de ces éléments n'étant généralement pas en mesure de satisfaire de façon autonome la charge énergétique requise, il s'impose de pouvoir disposer d'une alimentation complémentaire en combustibles traditionnels devant être utilisés en guise de réserve.

Outre les chaudières traditionnelles à tubes d'eau et de fumée, celles fonctionnant à base de fluides diathermiques peuvent s'avérer être particulièrement fonctionnelles dans le cas des installations destinées au travail du bois, étant donné qu'elles sont utilisées en tant que système de communication de la chaleur pour les plaques des presses utilisées lors de l'ennoblissement des panneaux. L'avantage économique découlant du passage de la chaudière à tubes de fumée à celle à tubes d'eau, correspond à une capacité de l'ordre de  $6\text{ à }7 \times 10^6$  kcal/h.

La figure 14 illustre les schémas de construction des deux chaudières à tubes de fumée la figure 15 illustre une chaudière à tubes d'eau. (Les chaudières fonctionnent à base d'un fluide diathermique sont semblables sur le plan de la construction et de leur fonctionnement à celles à eau pressurisée).

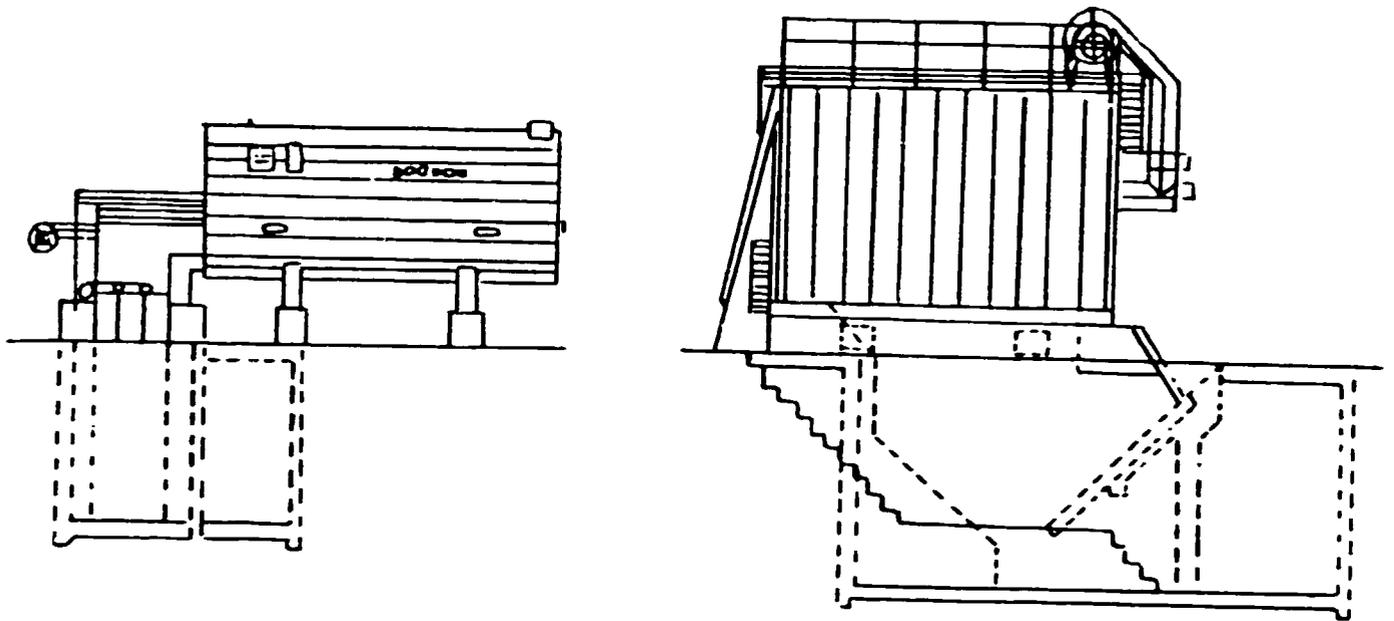


Fig. 14: Chaudière à tubes de fumée.

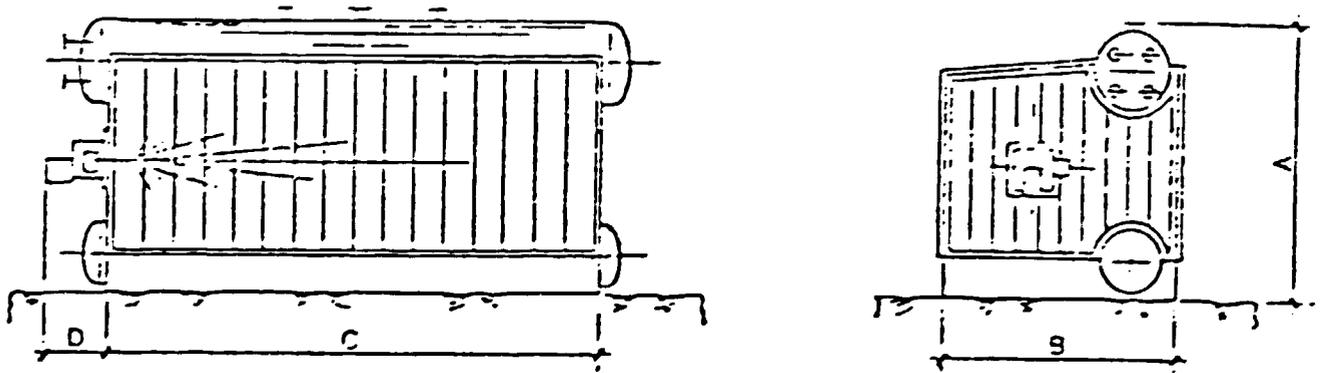


Fig. 15: Chaudière à tubes d'eau.

### 3. Distribution

Les systèmes de distribution diffèrent considérablement en fonction du fluide utilisé en guise de vecteur d'énergie.

Dans le cas des chaudières à vapeur, les coûts augmentent considérablement vu la nécessité d'installer des conduites plus grandes et de les réaliser en un matériau censé résister aux sollicitations mécaniques et thermiques ainsi qu'à la corrosion qui se produit plus facilement lors des changements de phases de l'eau.

Il s'impose d'accorder un soin particulier à l'étude géométrique des conduites afin de limiter au maximum les pertes de charge qui peuvent provoquer la formation de vapeurs d'eau condensée en cas de diminution de la pression.

Des dispositifs hydrostatiques ou hydrodynamiques d'évacuation de la vapeur d'eau condensée doivent absolument être prévus pour que seule la vapeur circule à l'intérieur des conduites.

L'élément fournissant l'énergie nécessaire pour le transfert de masse est représenté par une pompe centrifuge ou volumétrique montée au point de passage de la phase vapeur à la phase liquide de l'eau.

Le système de réglage doit permettre le transfert de chaleur requis par les différentes machines à la température qui s'impose, raison pour laquelle il doit pouvoir intervenir sur la combustion, à savoir sur l'équilibre eau - vapeur dans la chaudière avant toute chose, et ensuite sur le brûleur afin de doser le flux du combustible.

Dans le cas d'un vecteur énergétique dans sa phase liquide (eau pressurisée ou huile diathermique) le dimensionnement des conduites semble être plus aisé, au détriment d'une plus grande inertie du système lors de la variation du système de fonctionnement.

En vue de l'obtention d'une réponse immédiate de l'installation face aux variations de charge, il s'impose de prévoir la possibilité de mélanger le fluide en tout endroit situé entre l'entrée et la sortie de la chaudière, au moyen de soupapes à trois ou à quatre voies.

Le réglage de précision destiné à augmenter le rendement de l'opération est effectué successivement suite à une intervention sur l'introduction du combustible dans la chaudière.

#### 4. Utilisation

Les machines technologiques peuvent être divisées des services qui doivent de toute façon être garantis dans l'établissement (chauffage, eau pour les services hygiéniques, etc.).

Les séchoirs et les presses constituent les deux cas principaux pour lesquels l'énergie thermique s'impose dans les installations de menuiserie.

Il s'agit des séchoirs pour les déroulages et les tranchages qui requièrent d'importants débits de vapeur, alors que le séchage des sciages peut être effectué grâce à l'air chaud produit par des aérothermes en cas de séchage artificiel.

Pour les autres procédés de séchage artificiel des sciages (condensation sous vide) une consommation énergétique bien plus limitée s'impose vu l'efficacité élevée du cycle thermodynamique qui règle les paramètres du procédé.

Les presses à chaud, utilisées pour l'assemblage et l'ennoblissement des panneaux, exigent une quantité de chaleur proportionnelle:

- au poids des plateaux de pressage à chaud;
- à la capacité thermique du matériau de construction;
- à la température maximale atteinte.

Dans le cas de cette utilisation, le fluide chauffant peut être constitué par de la vapeur, de l'eau surchauffée, ou de l'huile diathermique. Cette dernière possibilité présente l'avantage de ne pas soulever de problèmes de corrosion des plateaux et de ne pas requérir de personnel spécialisé pour la conduite du générateur.

#### CRITERES TECHNIQUES ET ECONOMIQUES D'EVALUATION DES COMPOSANTS DE L'INSTALLATION

Le problème fondamental d'un concepteur consiste à minimiser les coûts de production suite au choix des solutions techniques les plus appropriées aux problèmes, parmi la vaste gamme existante, en vue de l'économie de gestion la plus élevée possible du procédé de production.

Les différentes alternatives peuvent être classées selon un schéma traditionnel qui prévoit une subdivision des coûts en deux parts: les frais d'installation et les frais de gestion.

Les frais d'installation couvrent toutes les dépenses relatives aux activités précédant la mise en service de l'unité de production (conception, construction, matériaux, main-d'oeuvre, machines, etc.).

Après la mise en service de l'installation, il convient d'évaluer les coûts de gestion pouvant être subdivisés en coûts fixes et coûts variables.

L'analyse des composantes mentionnées ci-dessus permet d'établir le coût de chaque unité de production, qui représente le paramètre fondamental à la base d'une production concurrentielle de l'installation.

Ce critère ayant une valeur générale, doit être adopté également lors des décisions relatives au choix des parties individuelles des installations.

La formulation de deux problèmes résolus qualitativement suite à l'application des concepts mentionnés ci-dessus suit.

#### 1. Pertes de charge

La circulation du fluide sous pression est assurée par l'énergie hydraulique produite par l'élément moteur, représenté généralement par une pompe centrifuge ou volumétrique. Une telle forme d'énergie se traduit par un débit du fluide qui doit atteindre les machines tout en présentant la pression requise.

Le débit peut être obtenu à l'aide de différentes combinaisons de la section de passage du fluide et de sa vitesse; le problème consiste en fait à minimiser le coût énergétique des pertes de charge provoqué par les frictions enregistrées le long de la paroi des conduites.

Dans ce cas, le coût de l'installation est fourni par la conduite et peut être représenté par la fig. 16: en effet, au fur et à mesure qu'augmente le diamètre, les coûts sont de plus en plus importants à cause du poids de plus en plus considérable du matériel calculé par unité de longueur et des dimensions plus grandes des composants nécessaires (soupapes, raccords, bridges, etc.).

D'autre part, la vitesse requise pour l'écoulement du débit qui s'impose, augmente au fur et à mesure que diminuent les dimensions des conduites et la section de passage conséquemment. Etant donné que les pertes de charge augmentent au fur et à mesure que la vitesse s'accroît, le développement des coûts de gestion relatifs à la récupération de l'énergie perdue, peut être assimilé à la fig. 17.

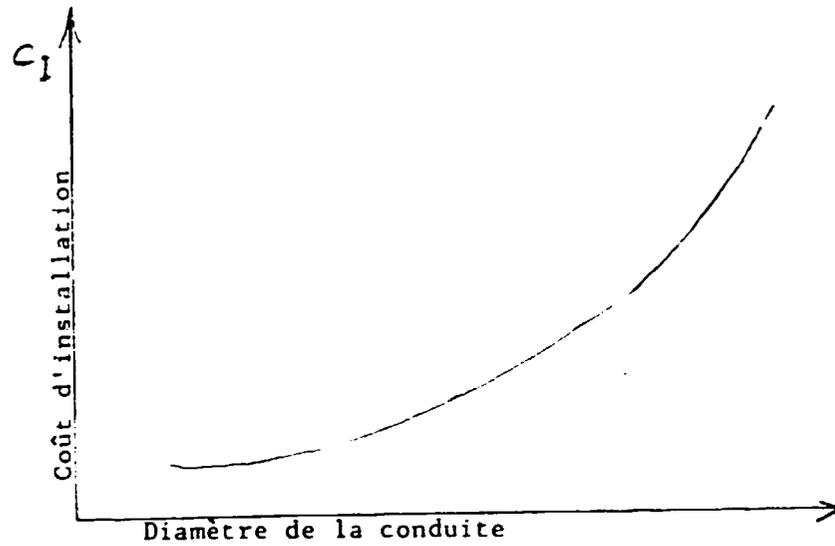


Fig. 16: Relation coût d'installation/diamètre de la conduite pour la transmission de la vapeur.

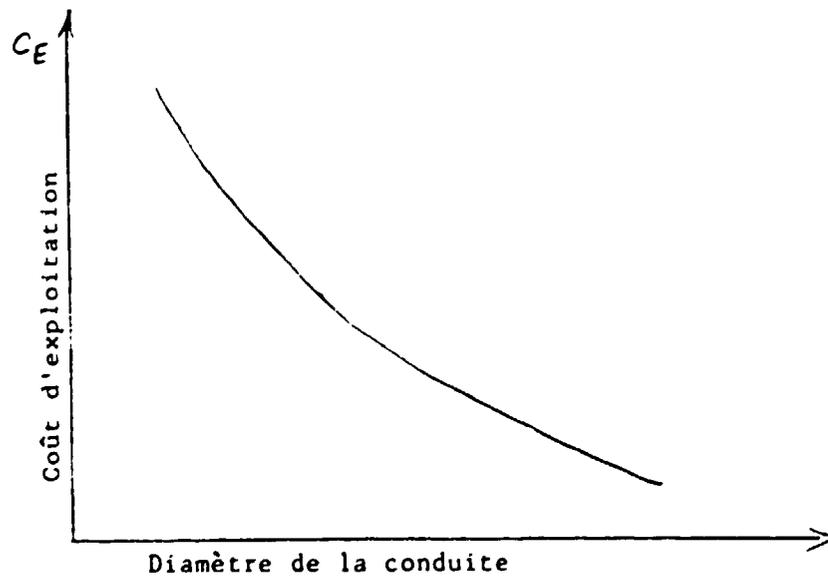


Fig. 17: Relation coût d'exploitation/diamètre de la conduite pour la transmission de la vapeur.

Le coût total de l'installation découlera, encore une fois, de la somme des coûts d'installation et des coûts de gestion, comme le démontre la fig. 18.

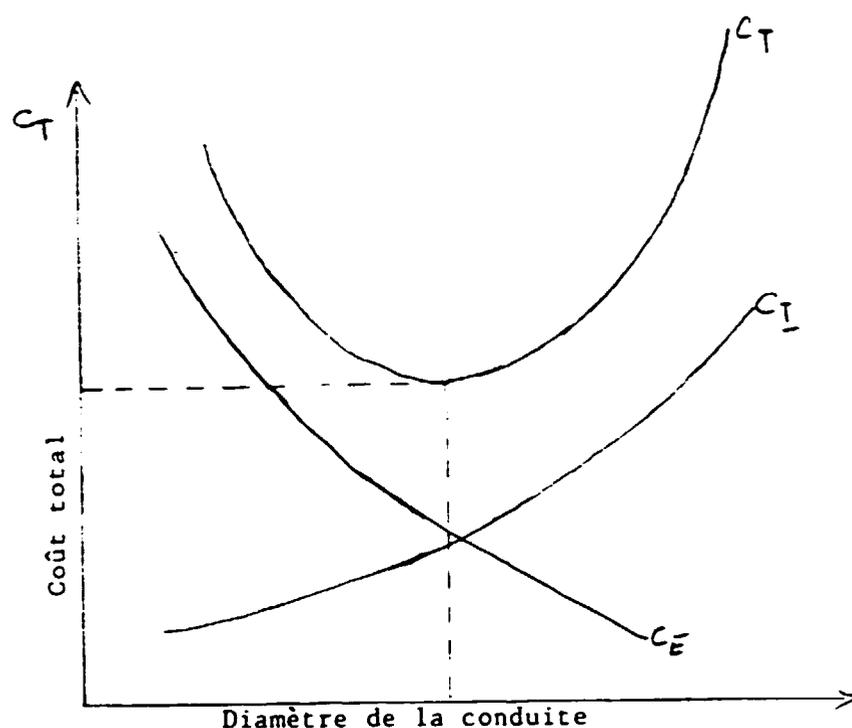


Fig. 18: Relation coût total/diamètre de la conduite pour la transmission de la vapeur.

Tous les problèmes techniques sur la base des deux cas cités ci-dessus, doivent toujours être résolus suite à l'application des solutions qui permettent de réaliser l'économie de gestion la plus importante qui soit en vue de l'obtention d'un produit caractérisé par un coût minimal.

## 2. Dispersion thermique

Veillez considérer maintenant le cas d'une conduite contenant l'élément fluide chauffant le plateau d'une presse.

Le long du parcours entre le générateur thermique et l'utilisateur, une certaine quantité de chaleur est transmise à l'extérieur de la conduite et s'avère donc perdue. Cette quantité de chaleur doit être fournie par le

générateur d'énergie thermique en plus de celle effectivement requise. Afin de limiter le coût de l'énergie excédentaire requise, il s'impose de procéder à une réduction de la dispersion thermique.

Pour faire cela, la conduite est recouverte d'un matériau isolant, caractérisé par une conductivité thermique peu élevée.

Le coût de cette isolation se développe comme le démontre la fig. 18, en d'autres termes, il s'accroît au fur et à mesure qu'augmente l'épaisseur de l'isolation thermique; il s'agit, pratiquement, du coût de l'installation.

D'autre part, comme le reporte la fig. 17, le coût de gestion accru par les dispersions thermiques vers le milieu ambiant, augmente au fur et à mesure que diminue l'épaisseur de l'isolation thermique.

L'addition des deux courbes ainsi obtenues permet de définir le coût global de l'investissement représenté par la fig. 18; la valeur de l'épaisseur optimale peut être relevée en correspondance avec le point minimal de la courbe.

