



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.

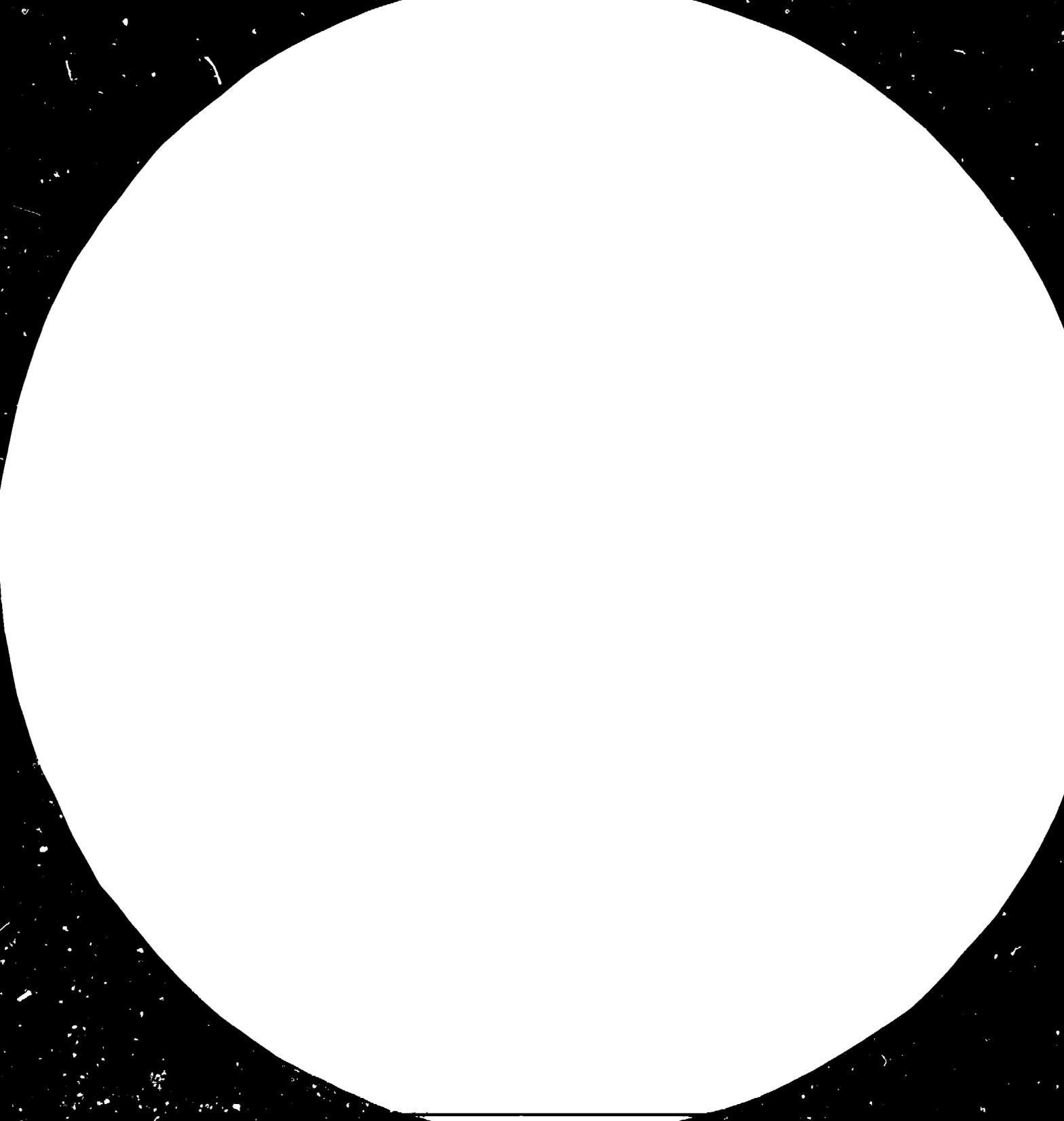
FAIR USE POLICY

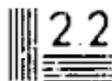
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A



12878-F
↑

Distr.
LIMITEE
ID/WG.369/12
7 octobre 1983
FRANCAIS

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

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

Milan, Italie, 10 - 26 mai 1982

EXTRACTION DES POUSSIÈRES ET DÉCHETS*

by

G. Anselmi **

1077

* 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.

** Ingénieur, Balducci, Bresso, Milan, Italie.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Installation d'aspiration	1
Hottes ou prises d'aspiration	22
Canalisations	22
Raccords coudés	24
Dérivations	24
Vannes	25
Séparateurs-filtres	25
Cyclones	25
Filtres	25
Silos	29
Extracteurs	29

Dans le cadre de l'industrie moderne de travail du bois, une place particulière est accordée au problème de l'élimination des poussières et des déchets. Les machines à scier, à équarrir, à polir, etc. produisent des déchets de différente nature: copeaux, sciure, débris pulvérulents, qui doivent être éliminés de la machine même et du milieu de travail, fournissant ainsi des matériaux qu'il est souhaitable de pouvoir récupérer à des fins industrielles ou énergétiques. On ne considère plus actuellement, en premier lieu, la machine, qui doit être entretenue en parfait état de propreté pour assurer l'optimum de son fonctionnement et ne subir aucun endommagement de tel ou tel automatisme délicat; l'attention se polarise par contre - comme de juste - sur l'homme qui travaille, et qui doit exercer son activité dans un milieu aussi propre et aussi salubre que possible.

Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire:

1. de prélever les déchets à leur origine;
2. de les acheminer vers un système de canalisations;
3. de les entreposer dans un endroit spécialement choisi à cet effet.

Ces trois actions constituent schématiquement l'ensemble de l'installation d'aspiration, qui est le sujet de ce document.

Installation d'aspiration

Une installation d'aspiration de déchets comprend essentiellement:

1. un ventilateur;
2. des canalisations;
3. un récipient qui contiendra les déchets

comme à la figure 1.

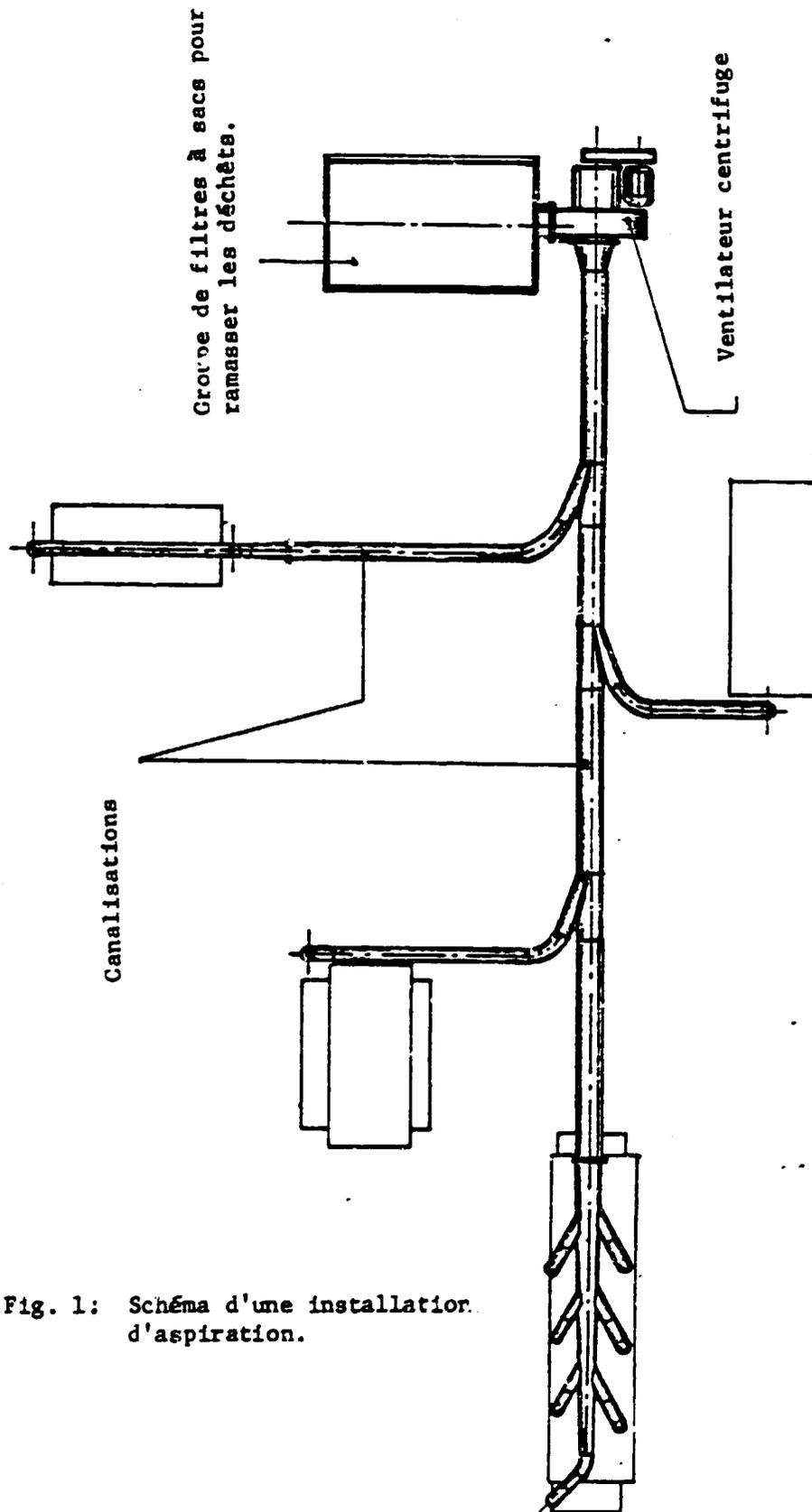


Fig. 1: Schéma d'une installation d'aspiration.

Le principe du fonctionnement se base sur l'action du ventilateur, véritable coeur vivant d'un appareillage de ce genre.

Le ventilateur est une machine à pales tournantes fournissant un apport continu d'énergie à l'air qui la traverse. Le ventilateur exerce une double action:

1. il aspire l'air mélangé aux déchets, grâce à un système de canalisations qui le relie aux machines travaillant le bois;
2. il dirige ce mélange air-déchêts vers le point de collecte fixé, toujours à l'aide d'une canalisation (voir figure no. 2).

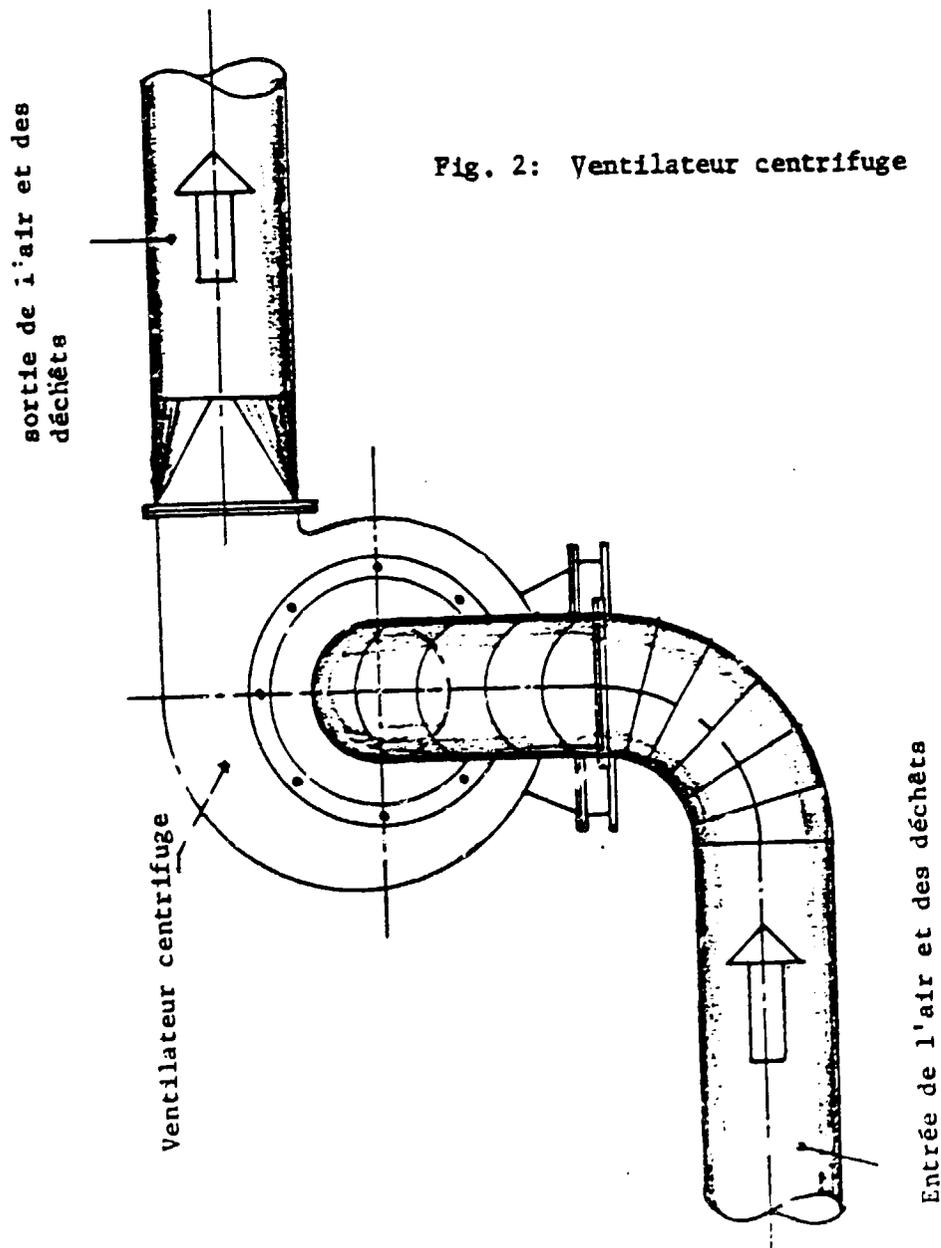


Fig. 2: Ventilateur centrifuge

On voit ici une simple schématisation élémentaire, d'où nous partirons pour considérer le type d'installation d'aspiration à choisir en réalité, notamment dans le cadre de la technologie aéromécanique moderne.

L'importance dimensionnelle de la fabrique où doit être installé l'appareillage d'aspiration, le nombre de machines pour le travail du bois et le type de ces machines constituent la base d'un choix correct en cette matière. Si l'on a affaire, en effet, à une activité de dimensions réduites utilisant des machines simples, non automatiques et sans lignes d'usinage, on peut envisager l'installation de petits groupes standard, fixes ou sur chariot, susceptibles d'être reliés tour à tour aux machines en service. Cette solution sera employée lorsque les machines sont plus nombreuses que les préposés aux divers usinages et que leur travail est caractérisé par un degré peu élevé de simultanéité.

Ces groupes standard, fournis dans des coffres de montage comprenant le ventilateur et le filtre, sont reliés aux machines par des canalisations en plastique flexible (figures 3 et 4).

Si par contre l'activité des machines atteint un niveau industriel d'usinages en série effectués par un grand nombre de machines, parfois automatiques, qui travaillent, dans une large mesure, à un rythme simultané, il s'avère nécessaire de prévoir une installation centralisée d'aspiration reliant chaque machine, au moyen d'un réseau de canalisations, au point de ramassage des déchets. La figure 5 nous donne un exemple de plan général d'une réalisation industrielle de ce genre.

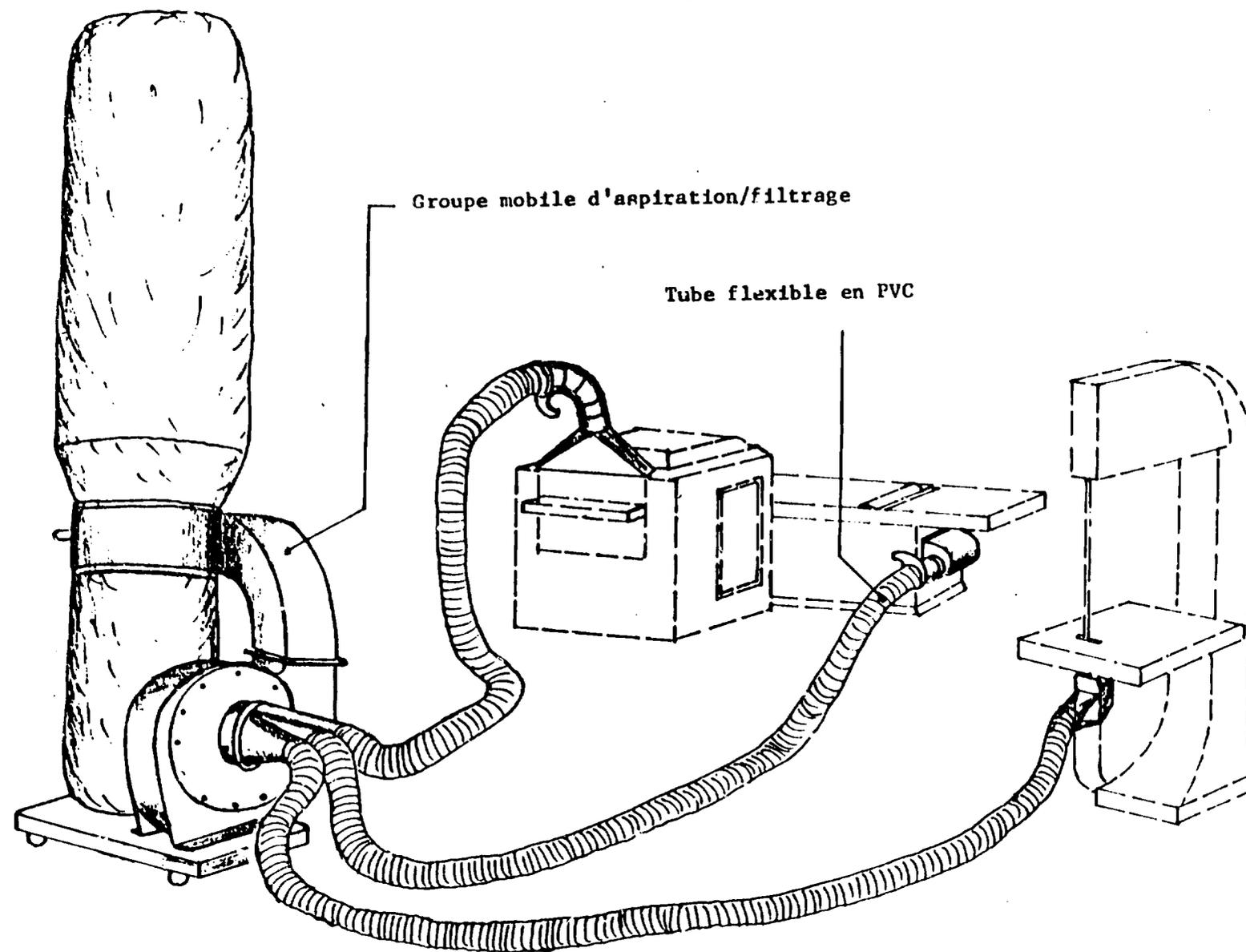


Fig. 3: Groupe mobile d'aspiration et de filtrage

Groupe mobile d'aspiration/filtrage

Tube flexible en PVC

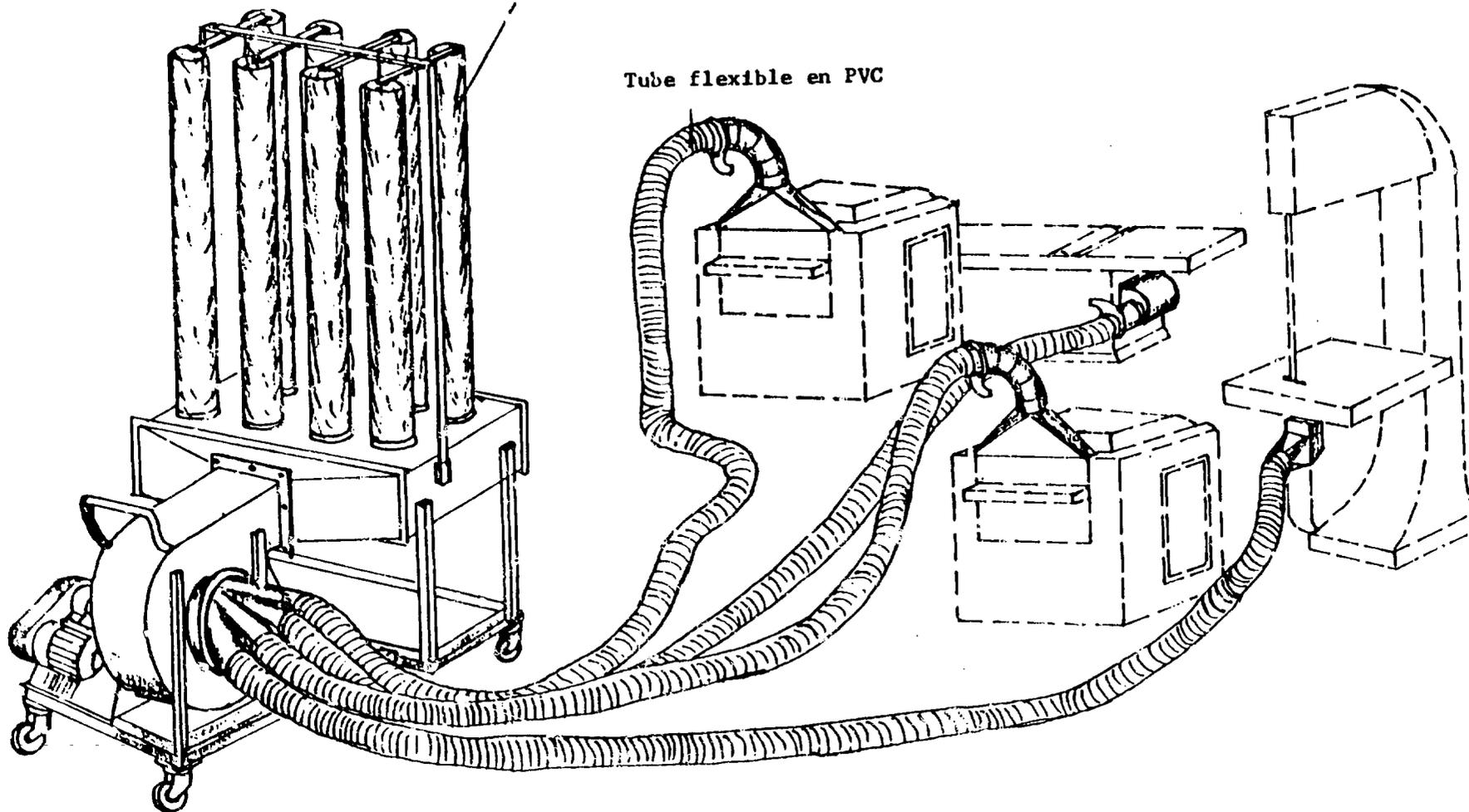


Fig. 4: Groupe mobile d'aspiration et de filtrage

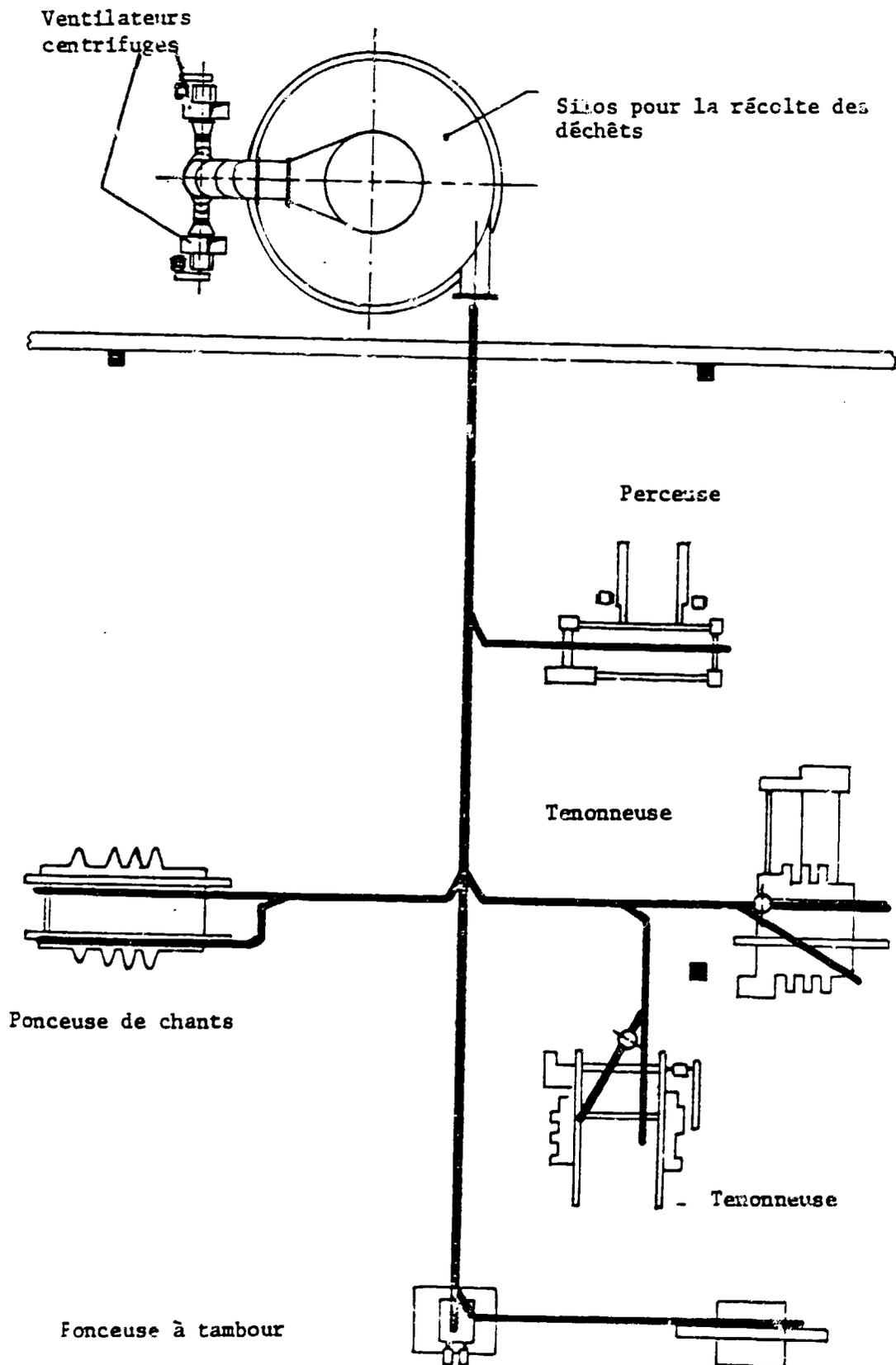


Fig. 5: Installation d'aspiration des déchets

Chaque machine est normalement équipée d'une ou de plusieurs hottes d'aspiration. La dimension de ces prises est calculée en fonction de la quantité d'air normalement nécessaire afin d'obtenir une bonne aspiration des déchets que la machine produit.

Les machines devant être toutes reliées au réseau de canalisations de l'appareillage aspirant, il en dérive que le ventilateur devra être en mesure d'aspirer entièrement une quantité d'air totalisant toutes les quantités respectivement exigées pour entraîner les déchets des différentes machines. L'air, qui devient de la sorte un véhicule de transport, devra parcourir tout le réseau d'aspiration à une vitesse déterminée, afin que les copeaux, la sciure et la poussière puissent être régulièrement transportés au point de ramassage sans qu'ils ne se déposent le long des tuyauteries. Il est nécessaire, à ces fins, que le moteur électrique de commande du ventilateur ait une puissance assez élevée pour pouvoir vaincre toute résistance opposée, le long du parcours, au passage du mélange air-déchets.

Il a ainsi été possible d'établir qu'une installation d'aspiration doit être caractérisée par trois paramètres essentiels: quantité d'air (exprimée en m^3/h), force de transport de déchets (exprimée en mm de colonne d'eau) et puissance (exprimée en CV). Le choix du ventilateur a donc, entre autres, une valeur déterminante vu la nécessité de limiter la consommation d'énergie électrique. Il n'y a pas lieu de s'arrêter ici à la considération détaillée d'un projet d'installation d'aspiration des déchets, mais il peut être opportun de connaître, à titre purement indicatif, la formule permettant de calculer la puissance d'un moteur électrique de ventilateur centrifuge. Connaissant le débit (m^3 par seconde), la pression totale ($H_t =$ mm de colonne d'eau) et le rendement du ventilateur choisi (η), la puissance cherchée (en CV) s'exprimera par:

$$HP = \frac{m^3/sec \times H_t}{75 \times \eta}$$

Le rendement d'un ventilateur est important car la puissance nécessaire sera d'autant moindre que le rendement en question sera plus élevé.

Tout ventilateur a sa "carte d'identité", qui ressort d'une courbe caractéristique tenant compte des divers paramètres en jeu; le rendement satisfaisant ne sera obtenu que sur une certaine portion de cette courbe.

La figure 6 indique les courbes caractéristiques de deux ventilateurs à rendement élevé. La courbe A concerne un ventilateur à pales aliformes, la courbe B un ventilateur à pales planes. Les secteurs de rendement maximal sont indiqués par la zone grise, et c'est uniquement dans les limites de cette zone que la prestation du ventilateur doit être choisie.

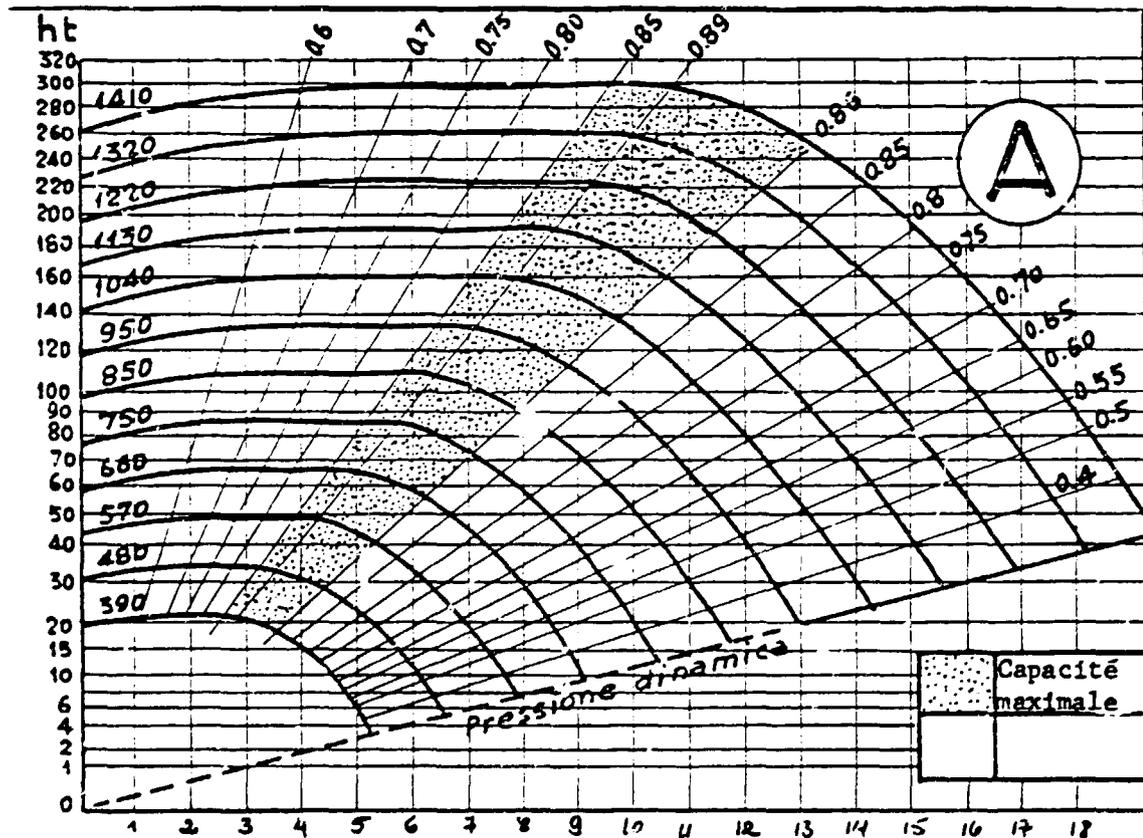


Fig. 6 a: Capacité du ventilateur

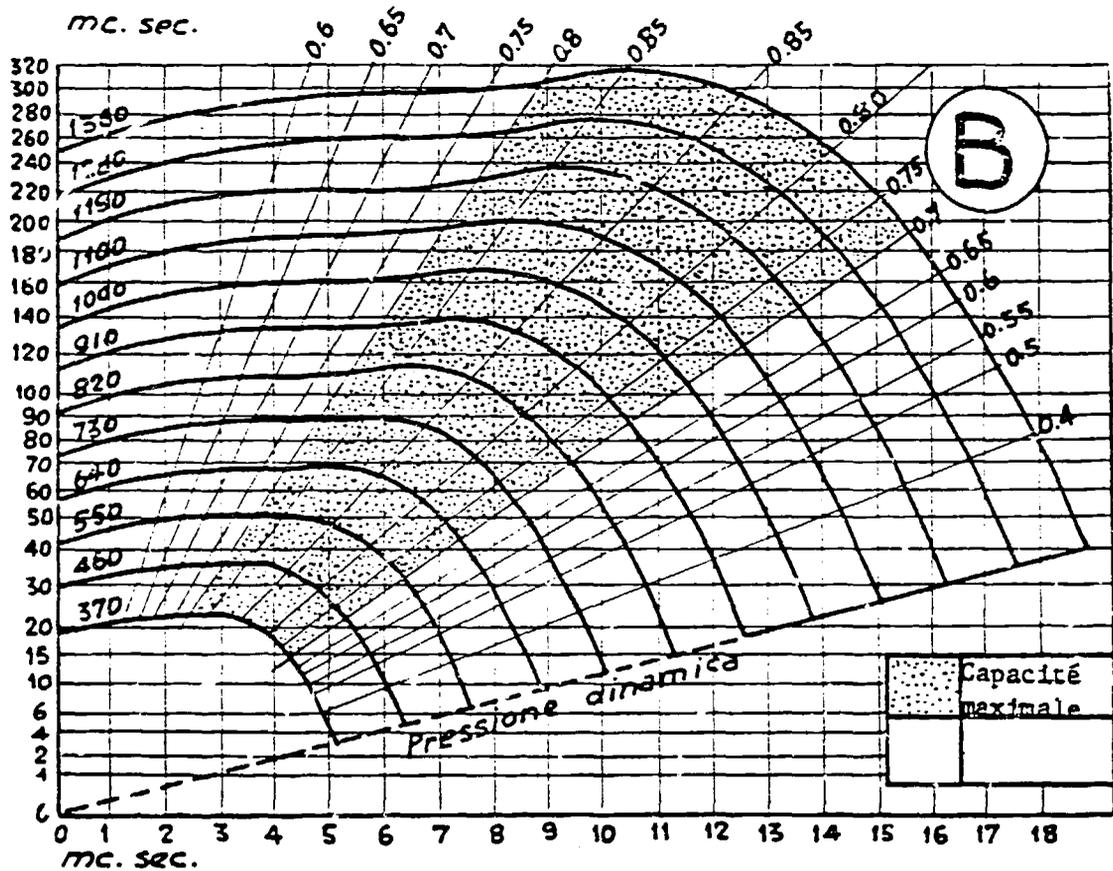


Fig. 6 b: Capacité du ventilateur

Ces types de ventilateurs doivent fonctionner - en considération de leurs caractéristiques - sur des installations "à dépression", qui ne sont pas traversées par les déchets (dont le choc pourrait les endommager et, à la longue, déséquilibrer la roue à disque, à l'instar de ce qui se produit pour les roues d'une voiture). La figure 7 représente schématiquement une installation à dépression; nous y remarquons le filtre séparateur interposé entre le ventilateur et les machines produisant des déchets, ce qui indique que le ventilateur brasse uniquement de l'air propre.

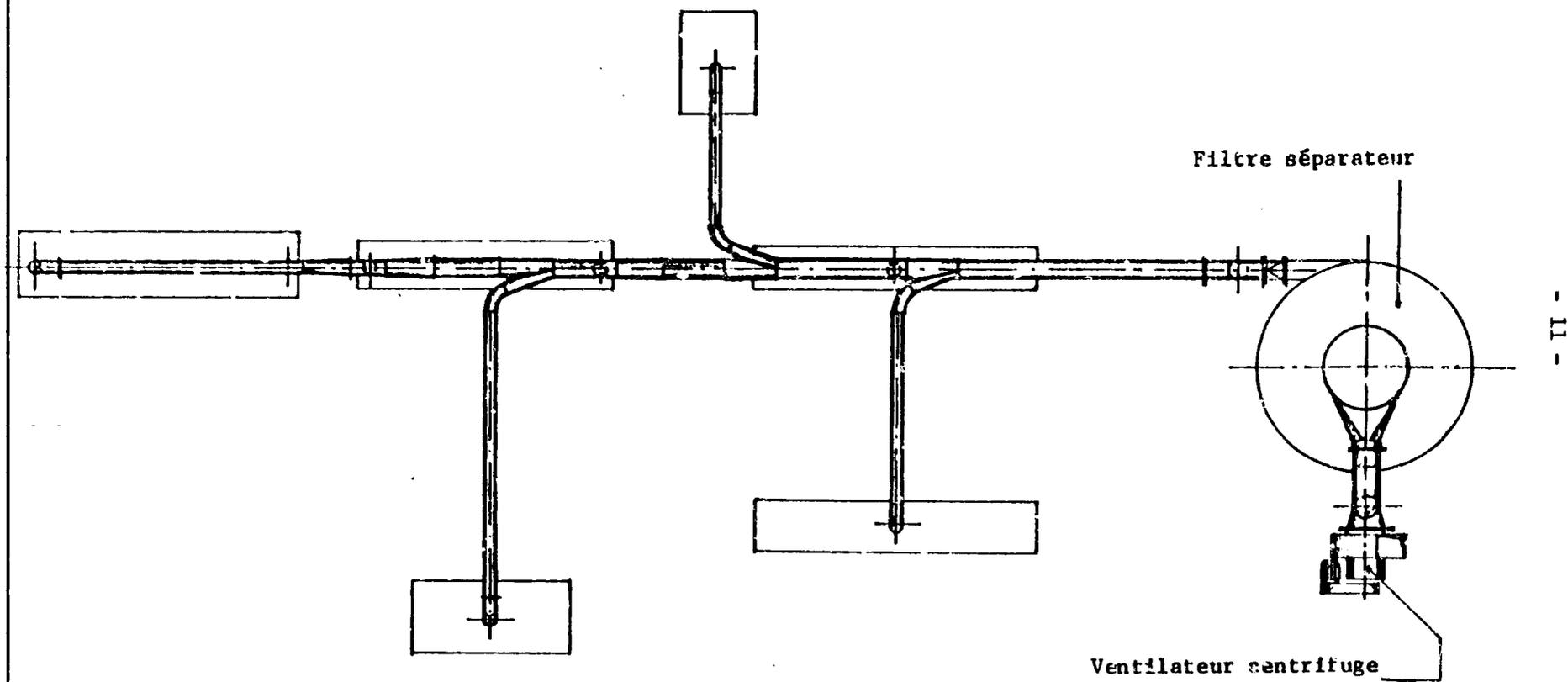


Fig. 7: Schéma d'une installation à pression négative

La figure 8 concerne par contre une installation fonctionnant sous pression. Dans ce dernier cas, le ventilateur est traversé par les déchets, car il se situe entre les machines et le point de ramassage. Ce type de réalisation exige des caractéristiques particulières de solidité de la roue à disque et de tout l'appareillage; il y a donc lieu de prévoir ici un ventilateur "à transport", équipé de pales radiales d'épaisseur considérable. Ces ventilateurs présentent cependant l'inconvénient d'un rendement limité et nécessitent des moteurs de grande puissance, ce qui motive, à égalité de prestations, une consommation d'énergie électrique supérieure à celle qui suffit aux ventilateurs à rendement élevé décrits plus haut. La figure 9 schématise un ventilateur à transport, muni de pales radiales. Depuis plusieurs années - sauf dans certains cas particuliers - les installations d'aspiration étudiées pour le secteur de l'usinage du bois sont du type à dépression.

Lorsqu'on établit le projet d'une installation d'aspiration, il est très important d'identifier le parcours idéal du réseau de canalisations. Ce parcours doit être, en termes de consommation de puissance, le moins coûteux possible: autrement dit, il doit être conçu pour réduire le plus possible la résistance de l'air, dans une mesure compatible avec la structure de la fabrique. C'est pourquoi tout nouveau projet de réalisation d'une industrie de travail du bois devra tenir compte de ce détail important et éviter tout parcours de canalisations excessivement long et tortueux; le point de ramassage sera situé, si possible, en position barycentrique par rapport au réseau d'aspiration.

Une installation conforme à la figure 11 aura des coûts d'exploitation plus élevés que ceux de l'installation de la figure 12, à cause de la plus grande distance entre le point de ramassage des déchets et certaines machines.

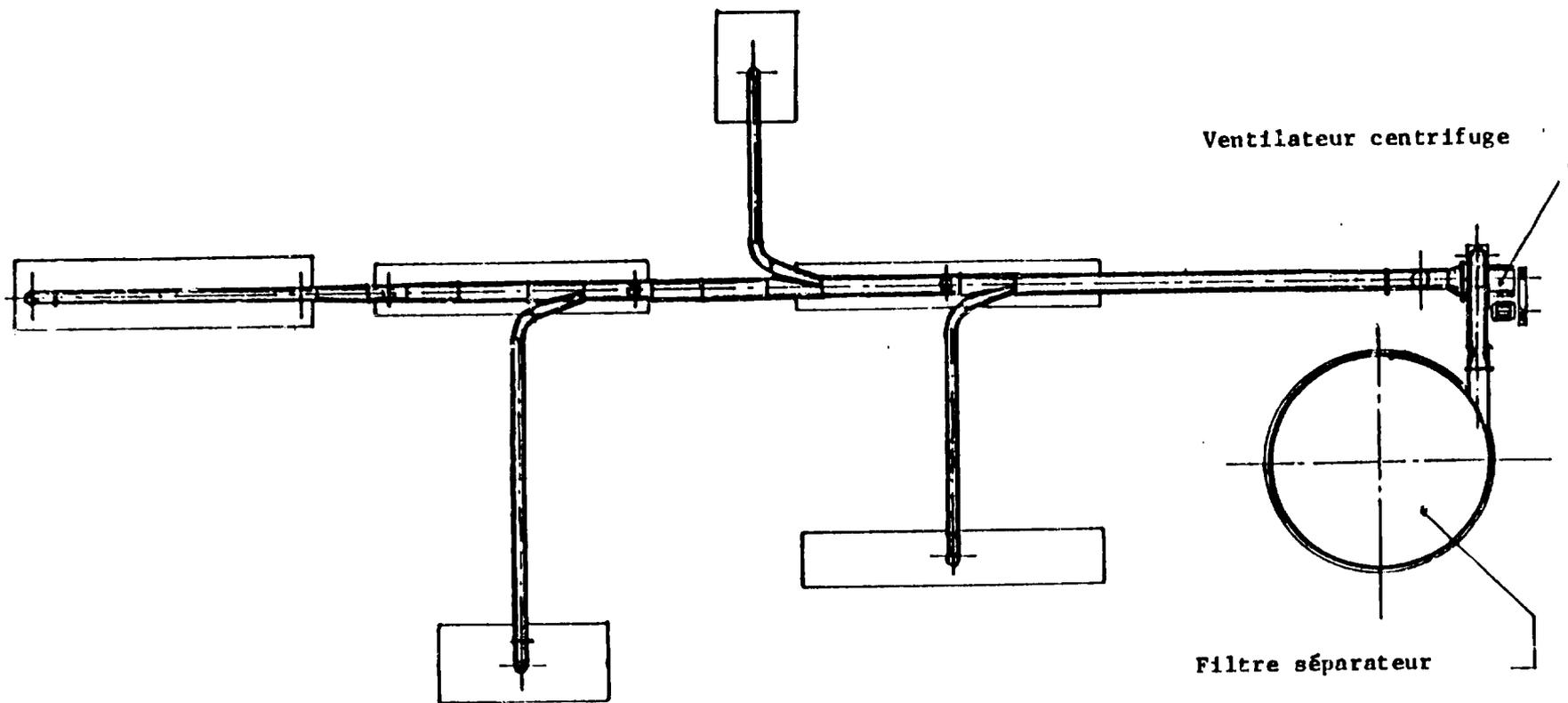


Fig. 8 : Schéma d'une installation à pression positive.

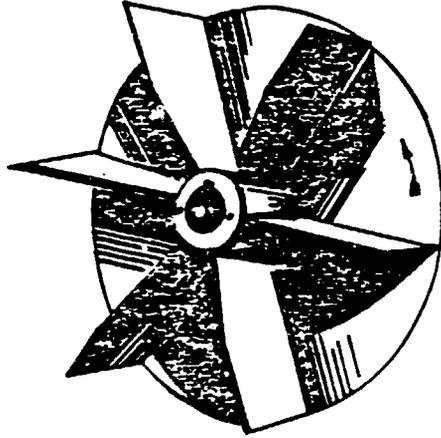


Fig. 9: Rotor à pales radiales

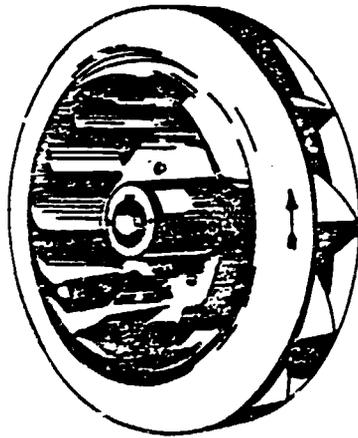


Fig. 10: Rotor à pales ailées

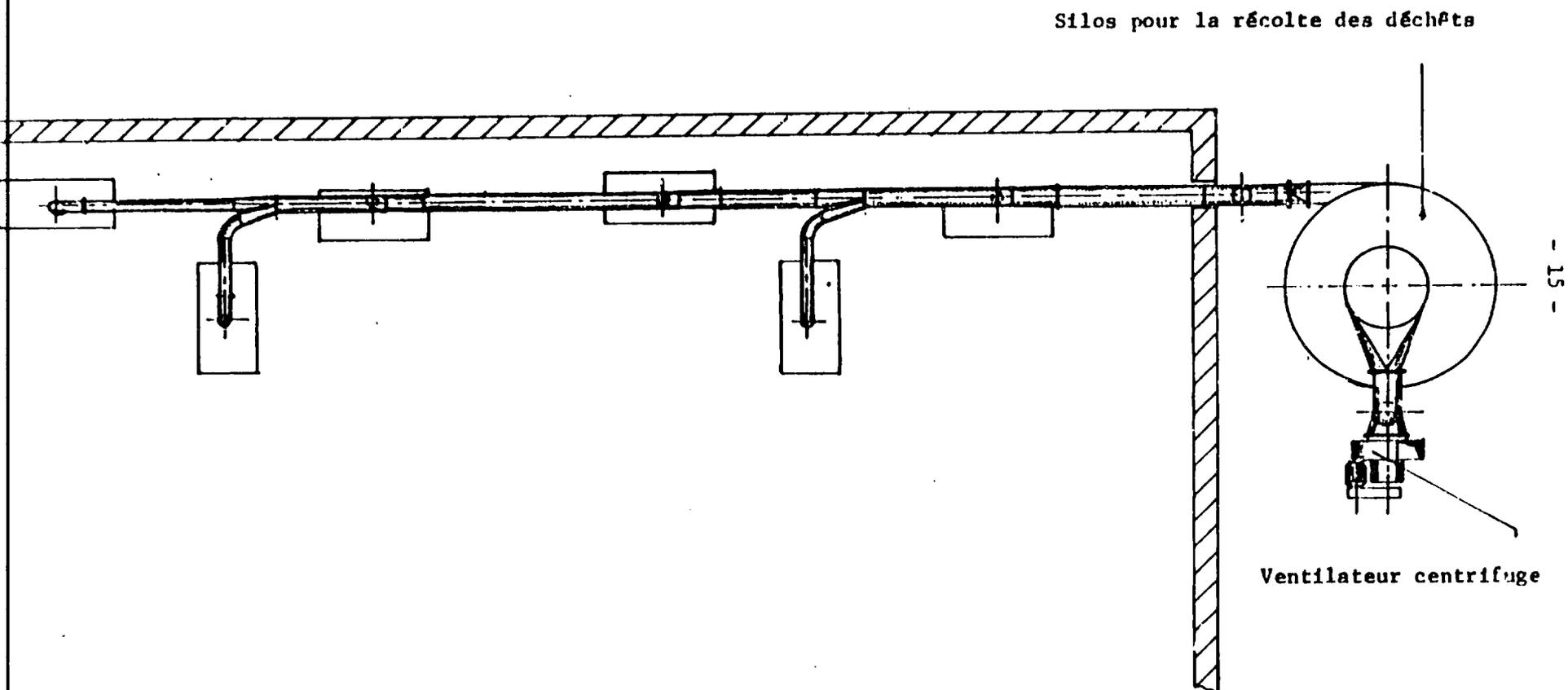
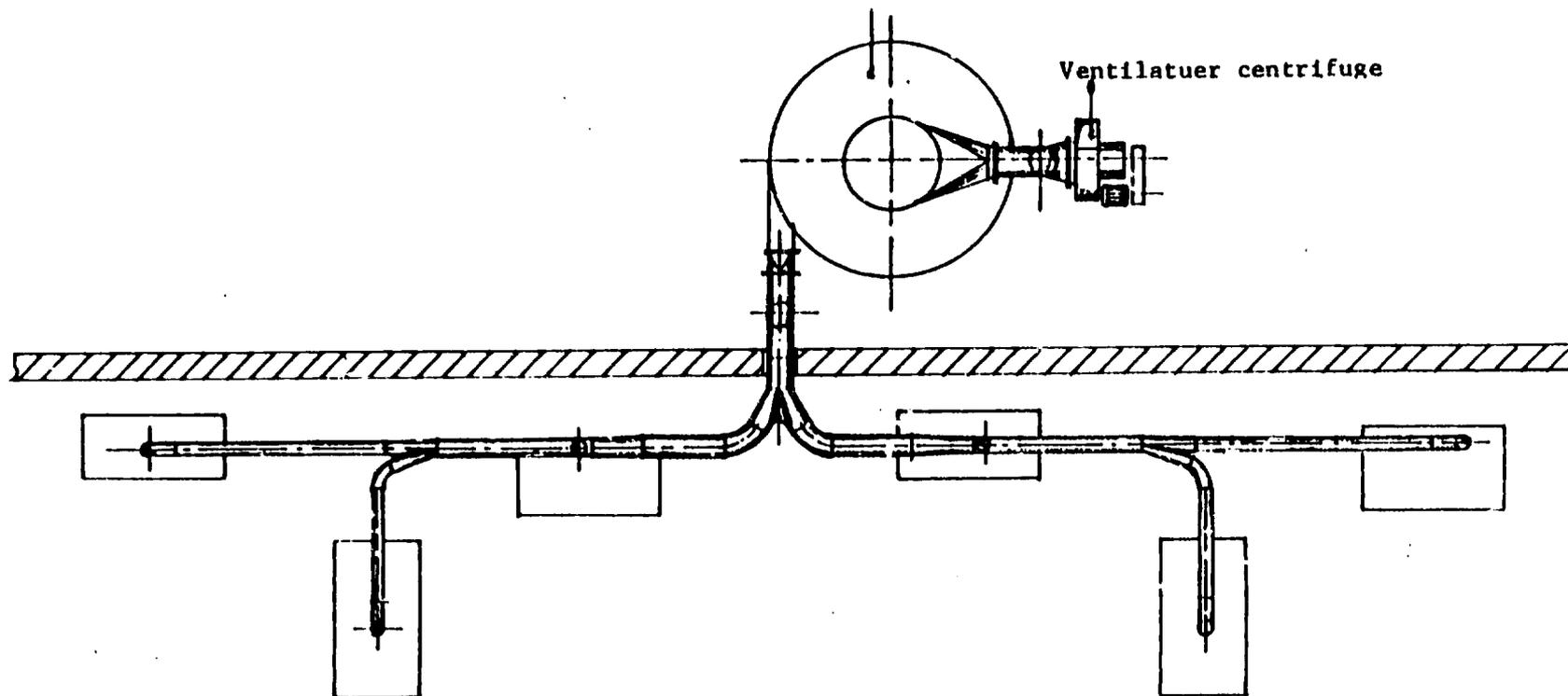


Fig. 11: Schéma d'une installation d'aspiration.

Silos pour la récolte des déchets



- 15 -

Fig. 12: Schéma d'une installation à centre de gravité

Examinons maintenant la composition d'une installation d'aspiration des déchets, en schématisant ses principaux éléments. A partir des machines, nous rencontrons, dans l'ordre, les parties suivantes, voir figure 13 ci-dessous:

- 1) fixation à la machine, ou prise d'aspiration;
- 2) canalisation verticale de raccordement;
- 3) branches secondaires horizontales;
- 4) collecteur principal;
- 5) point de ramassage des déchets;
- 6) ventilateur centrifuge.

Tous ces éléments forment un ensemble équilibré susceptible d'assurer une aspiration efficace sur différentes machines, caractérisées en outre par des exigences différentes.

La figure 14 représente le projet réel d'une industrie de moyenne importance, sur lequel il vaut la peine de s'attarder un peu afin d'identifier les composantes déjà citées et d'autres encore, dont la réunion constitue le projet d'ensemble.

Une installation centralisée peut être subdivisée en "sous installations" moyennant l'emploi de postes auxiliaires d'aspiration et de filtrage. Cela se produit normalement lorsque l'installation doit être agrandie en fonction du développement de l'entreprise sans que les plans initiaux aient prévu cet agrandissement.

Un certain nombre de groupes de machines dépendent, dans ces conditions, d'un poste auxiliaire qui assurera le ramassage des déchets en vue de leur aspiration par l'installation centralisée (voir figure 15).

L'avantage en ce cas est évident. Si l'installation n'est pas en mesure d'aspirer les déchets des machines A, B, C, D et E, qui exigent, par exemple, un débit total d'aspiration de 10.000 m³/heure, elle sera en mesure cependant d'aspirer les 1500 m³/h exigés pour le transport des matériaux déchargés par le poste auxiliaire. Ce poste

sera en mesure de traiter entièrement les 10.000 m³/h d'air prescrits. Il devra évidemment être équipé d'un système contrôlé de décharge. Une installation pourra également disposer de plusieurs postes auxiliaires (voir figure 16).

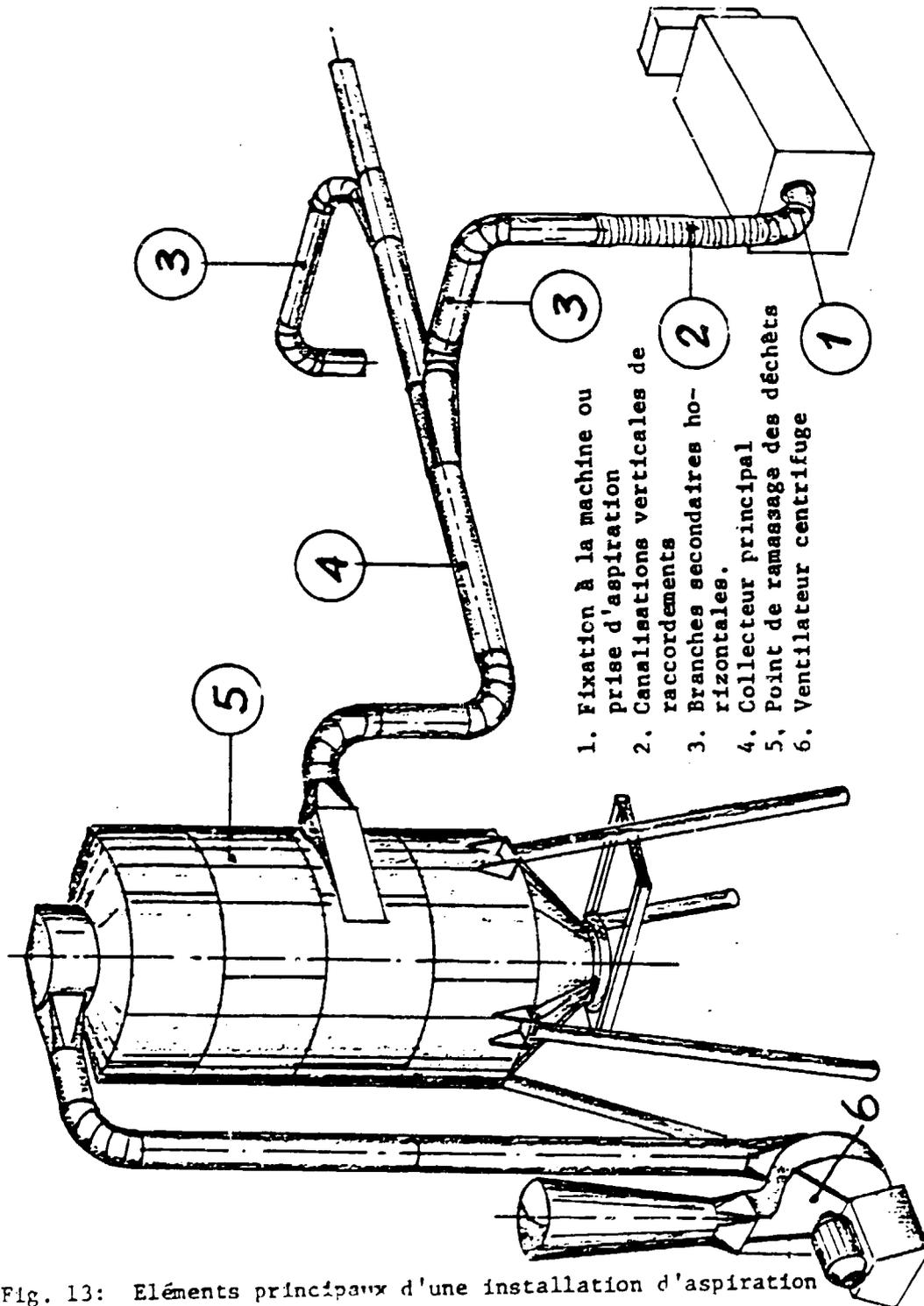
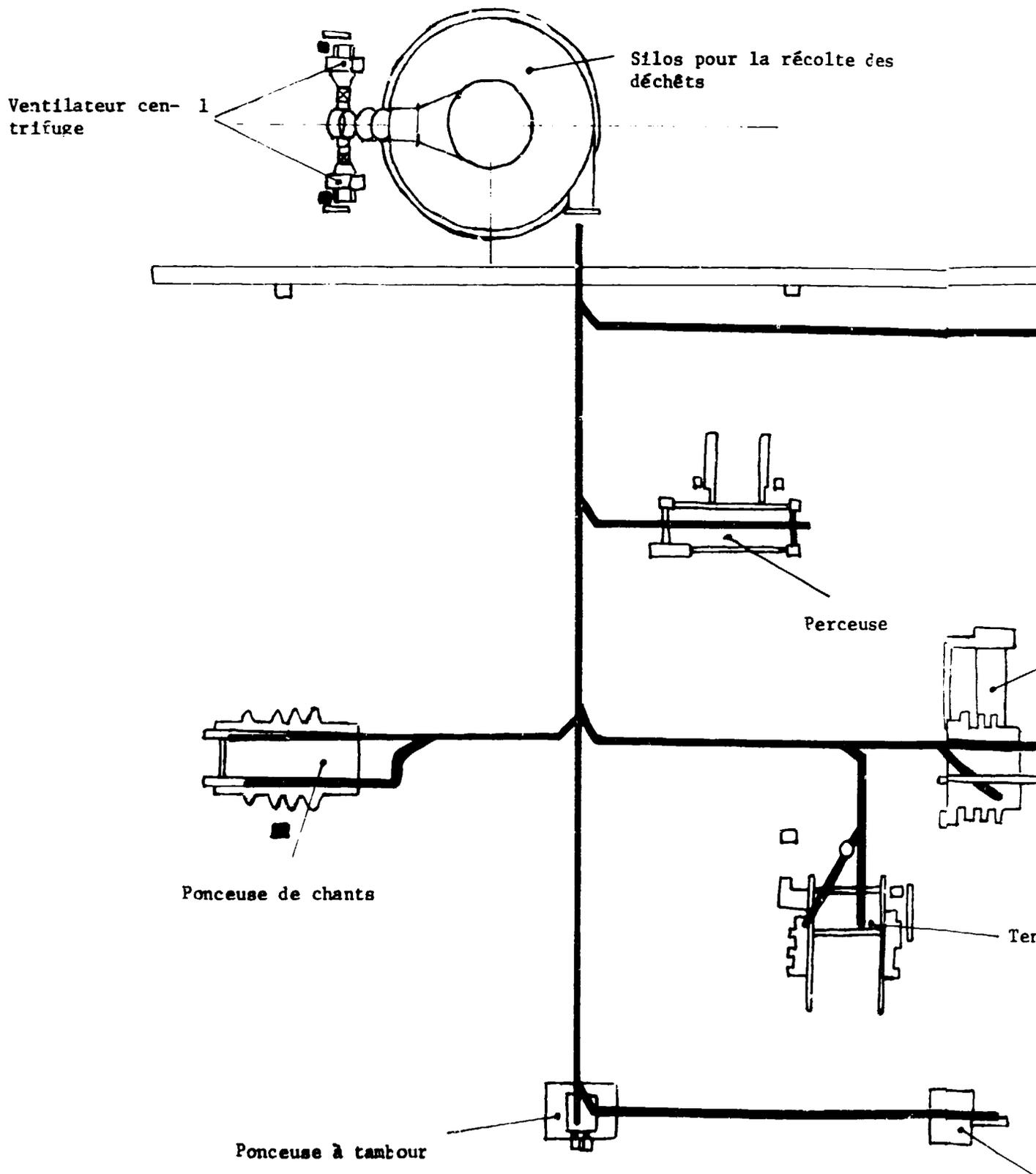


Fig. 13: Eléments principaux d'une installation d'aspiration



SECTION 1

récolte des

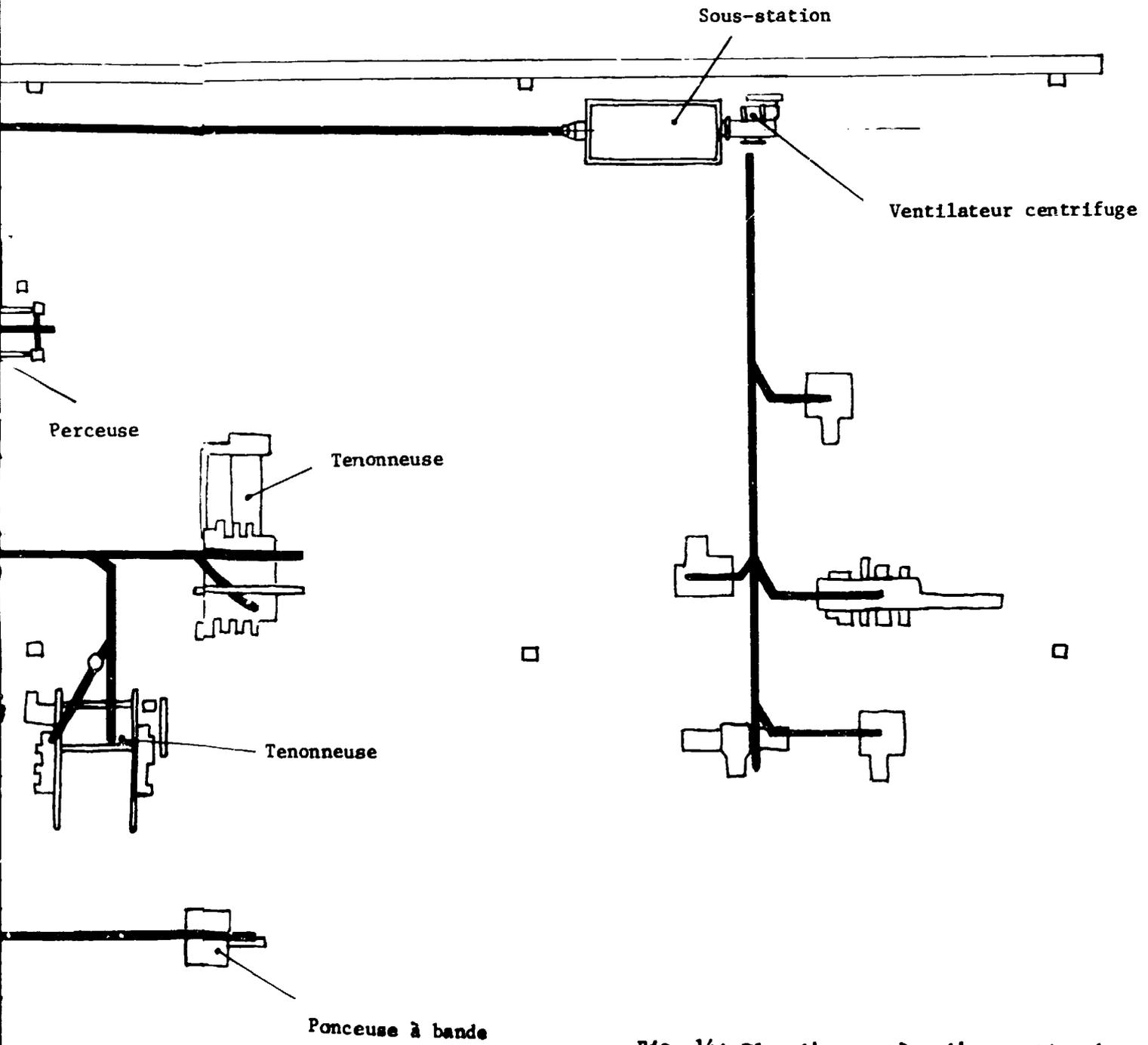
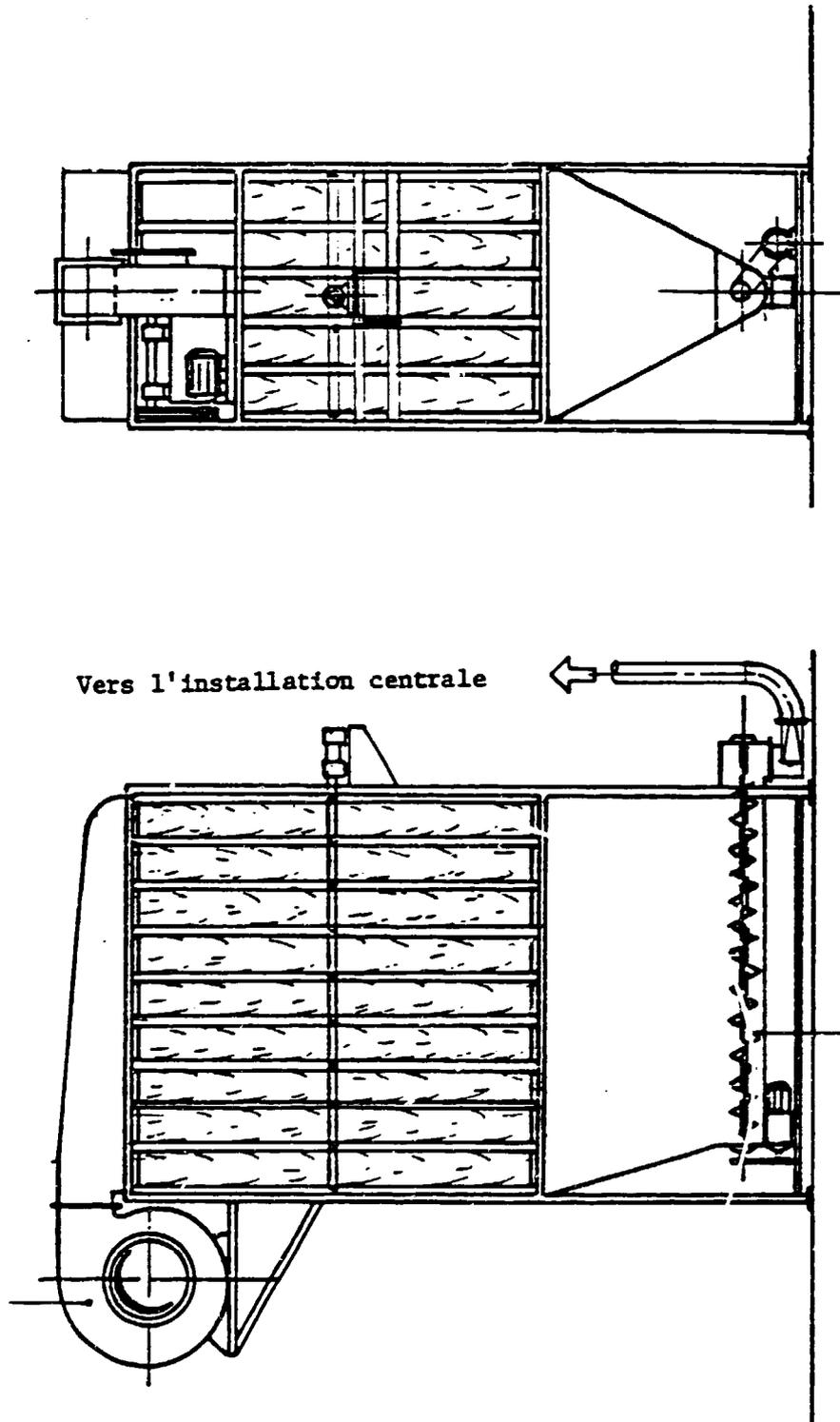


Fig. 14: Plan d'un système d'extraction des poussières et déchets



Vice hélicoïdale pour l'extraction des déchets

Fig. 15: sous-station

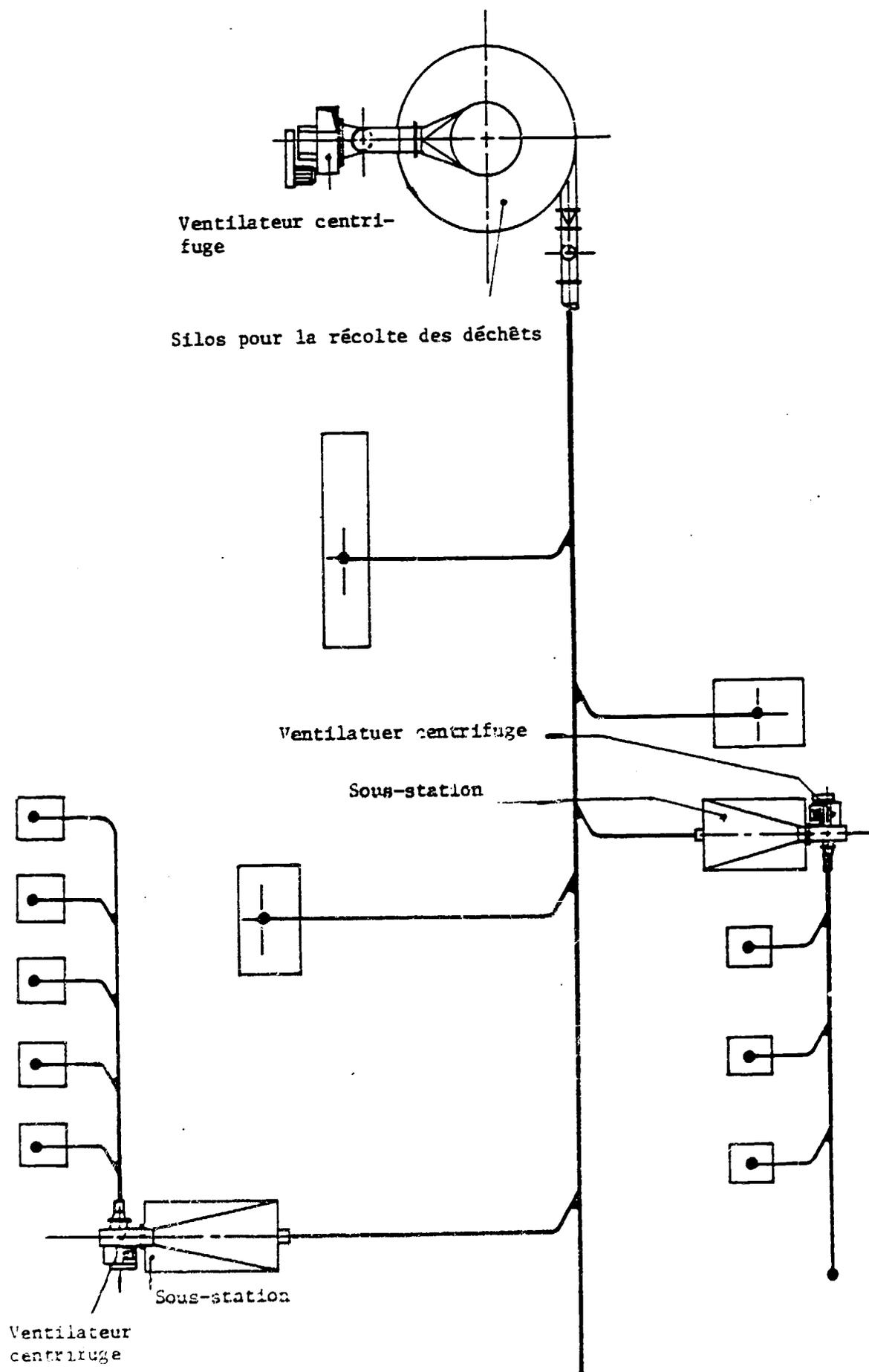


Fig. 16.: Schéma d'une installation d'aspiration avec sous-station.

En procédant à l'évaluation d'ensemble d'une installation d'aspiration, nous trouvons dans l'ordre, à partir de la machine opératrice et ses prises d'aspiration, un certain nombre d'éléments importants:

Hottes ou prises d'aspiration

Les machines modernes de travail du bois sont normalement équipées de prises. Ces prises ne sont pas toujours correctement prévues pour réduire le plus possible la résistance de l'air; il sera alors opportun de les modifier de façon à obtenir le meilleur résultat.

Canalisations

Le raccordement entre la machine et l'installation d'aspiration est effectué par une tuyauterie rigide si la machine n'a aucune partie en mouvement et par une tuyauterie flexible en cas contraire. Le tuyau flexible doit être fait d'une matière résistant à l'abrasion, surtout lorsqu'on a affaire à certains types de machines, afin d'éviter toute rupture.

On choisira des canalisations en tôle galvanisée, dont le diamètre devra correspondre aux nécessités de la machine; le tableau de la figure 17, que nous reproduisons à titre d'exemple, indique le diamètre de la tuyauterie de raccordement à la machine, pour un débit en m^3/h correspondant à une vitesse de 25 m/sec. Les épaisseurs conseillées sont donc celles du tableau mentionné ci-dessus. Le diamètre de la canalisation collectrice principale devra augmenter en fonction du nombre de tuyauteries secondaires qui y confluent, afin de garantir une aspiration quantitativement croissante d'air. La section du tuyau collecteur en un point donné devra être égale à la somme des sections des canalisations en amont de ce point.

Epaisseur du tube	Ø du tube	
<u>8/10</u>	100	
	125	
	150	
	175	
	200	
	225	
	250	
	275	
	300	
	325	
	350	
	375	
<u>10/10</u>	400	
	425	
	450	
	475	
	500	
	525	
	550	
	575	
	600	
	625	
	650	
	675	
<u>12/10</u>	700	
	725	
	750	
	775	
	800	
	850	
	900	
	950	
	<u>15/10</u>	1000
		1050
		1100
		1150
1200		
1300		

Fig.17: Tableau de l'épaisseur des parois de la tuyauterie

Pour donner un exemple, le collecteur où confluent deux canalisations de 200 mm de diamètre (et par conséquent de 31.416 mm^2 de section chacune) devra avoir un diamètre de 283 mm (correspondant à une section de 62.902 mm^2).

Raccords coudés

Les raccords coudés seront en tôle d'acier galvanisée, d'épaisseur supérieure à celle des canalisations droites de diamètre égal, car il faut tenir compte de l'usure plus considérable causée par la force vive des déchets qui, heurtant la paroi déviée, y déterminent une abrasion considérable.

Dérivations

On donne le nom de "dérivations" aux connections entre des tuyauteries de diamètre égal ou de diamètre différent qui confluent à un même collecteur (voir figure 18).

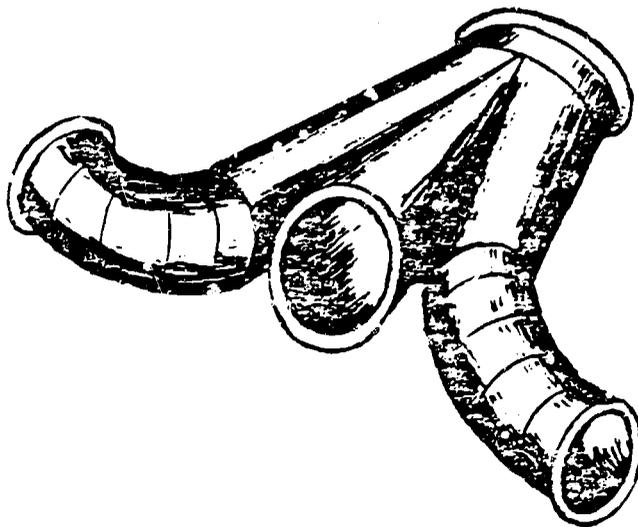


Fig. 18: Déviation à trois voies

Elles doivent être réalisées de façon à n'opposer que le moins d'obstacles possibles à l'air qui les traverse, afin de rendre le parcours aisé, sans empêchements ni étranglements. D'où la nécessité de prévoir, pour ces dérivations, une structure aérodynamique.

Vannes

Les vannes sont des dispositifs de fermeture assurant la possibilité d'exclure une ou plusieurs machines du circuit d'aspiration en cas d'arrêt ou d'entretien momentané de ces machines.

Séparateurs-filtres

Quel que soit le système de transport choisi pour transférer les déchets de leur point d'origine à leurs point de ramassage, il est nécessaire de séparer les déchets de l'air qui a servi à les transporter et qui a par conséquent achevé son rôle

Cyclones

Le cyclone est un séparateur dont la forme cylindro-conique a été expressément prévue pour contraindre les déchets contenus dans l'air de transport à ralentir leur vitesse par suite du frottement qu'ils subissent en pénétrant tangentiellement dans l'appareil suivant un mouvement caractéristique justement appelé "en cyclone".

L'air sort par le haut et les déchets, plus lourds que l'air, tombent par gravité. Les cyclones ont un rendement varié; ils sont choisis sur la base d'une formule tenant compte de la nature des déchets (pulvérulents, fins, grossiers, humides) et de leurs poids volumétrique (voir fig. 19).

Filtres

Le filtre est un système utilisant un dispositif intermédiaire, qui retient les déchets et ne laisse passer que l'air.

Il se compose normalement, dans l'industrie du bois, d'une grosse enveloppe métallique contenant un certain nombre de manches en tissu (coton, lin-laine, polyester, nylon, etc.) nanties de caractéristiques différentes de perméabilité à l'air et d'efficacité de filtrage.

Le nettoyage de ces manches est très important, car elles doivent être toujours propres pour que l'efficacité du filtre demeure à peu près constante.

On les entretient en parfait état de propreté en les secouant mécaniquement ou en effectuant leur lavage à l'air comprimé, en contre-courant. Ces deux systèmes - les plus communs - sont respectivement reproduits par les figures 20 et 21. On choisit l'un ou l'autre selon la nature des déchets.

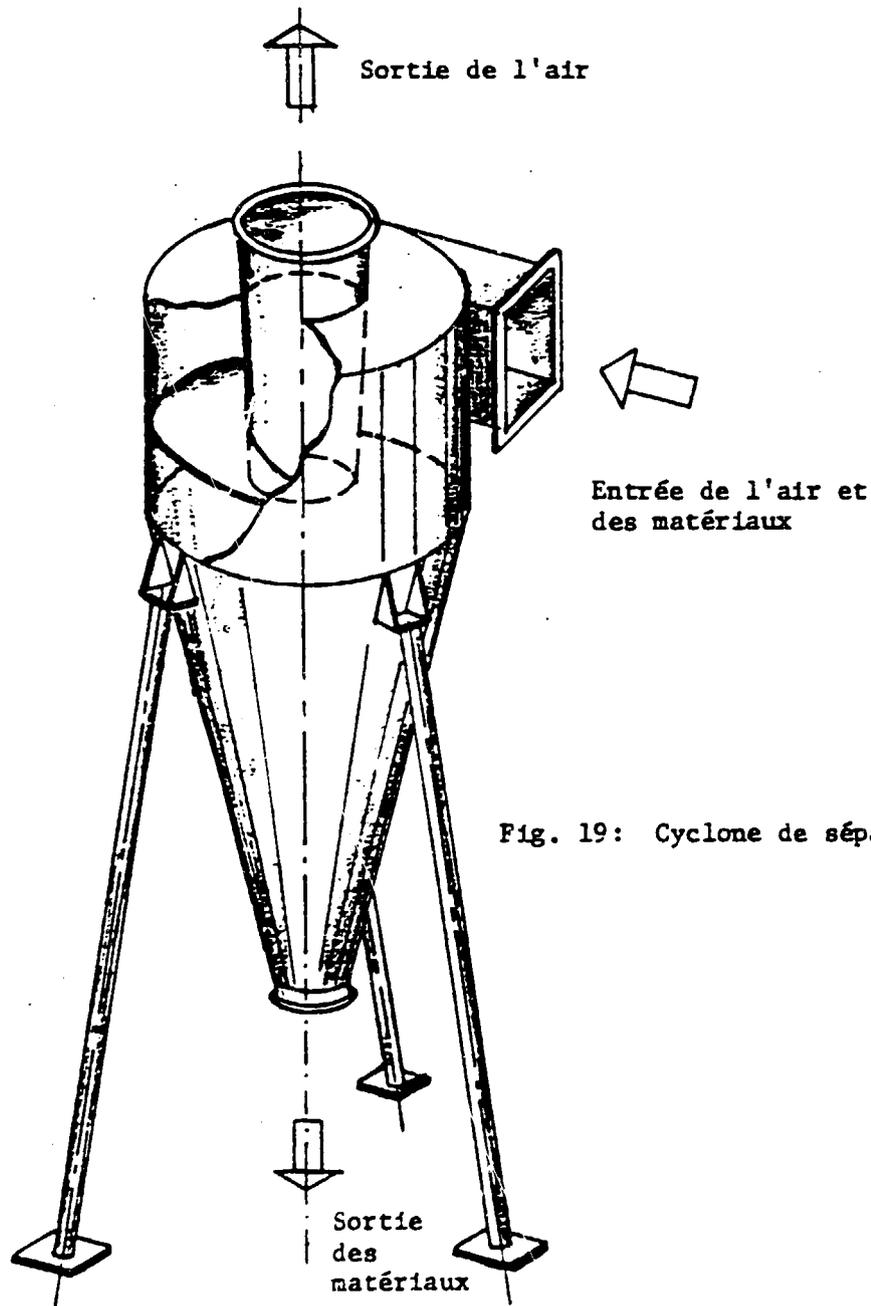
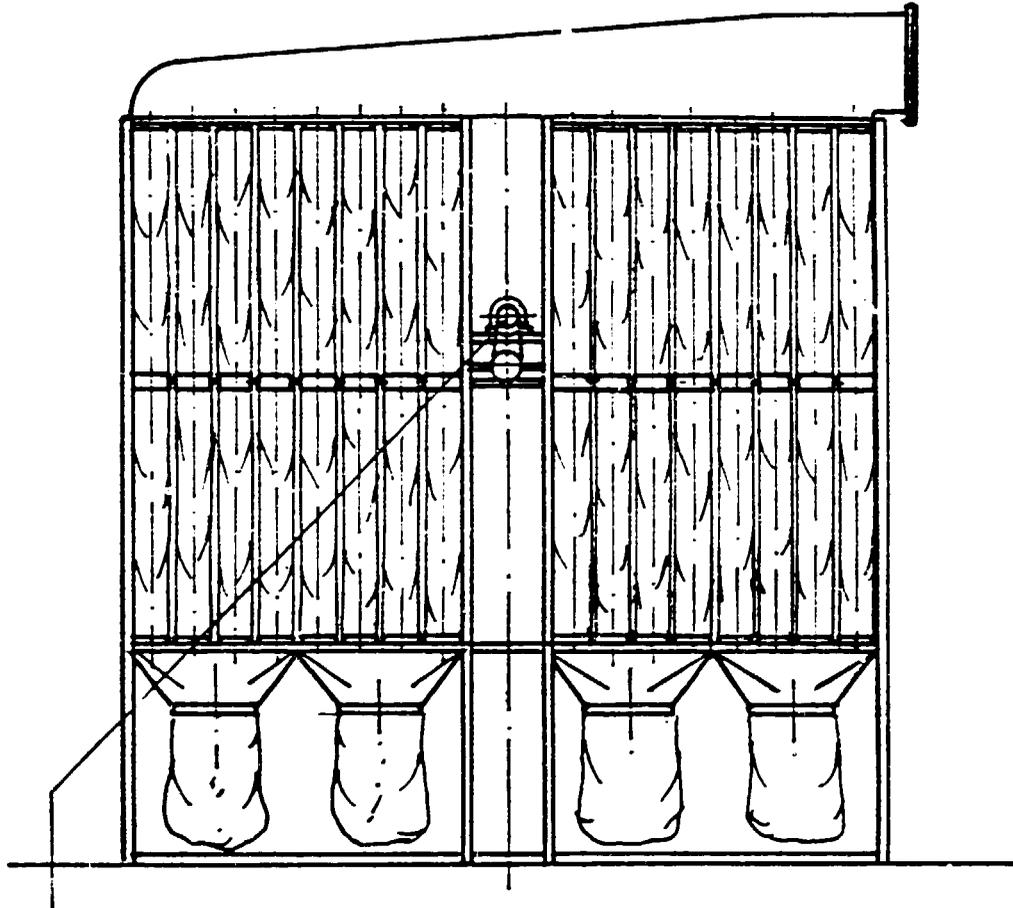


Fig. 19: Cyclone de séparation.



Secoueur mécanique

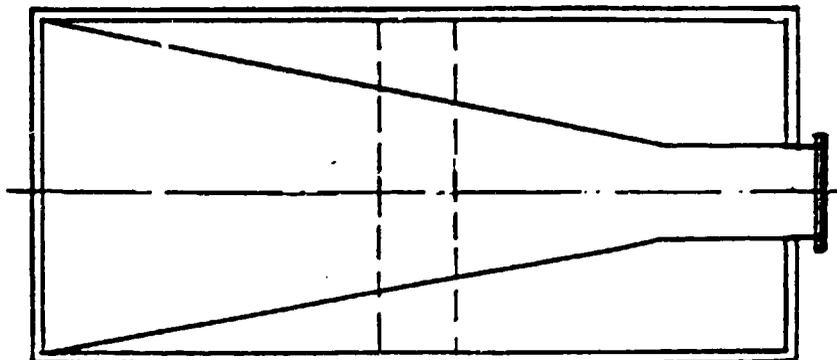


Fig. 20: Filtre à secoueur mécanique

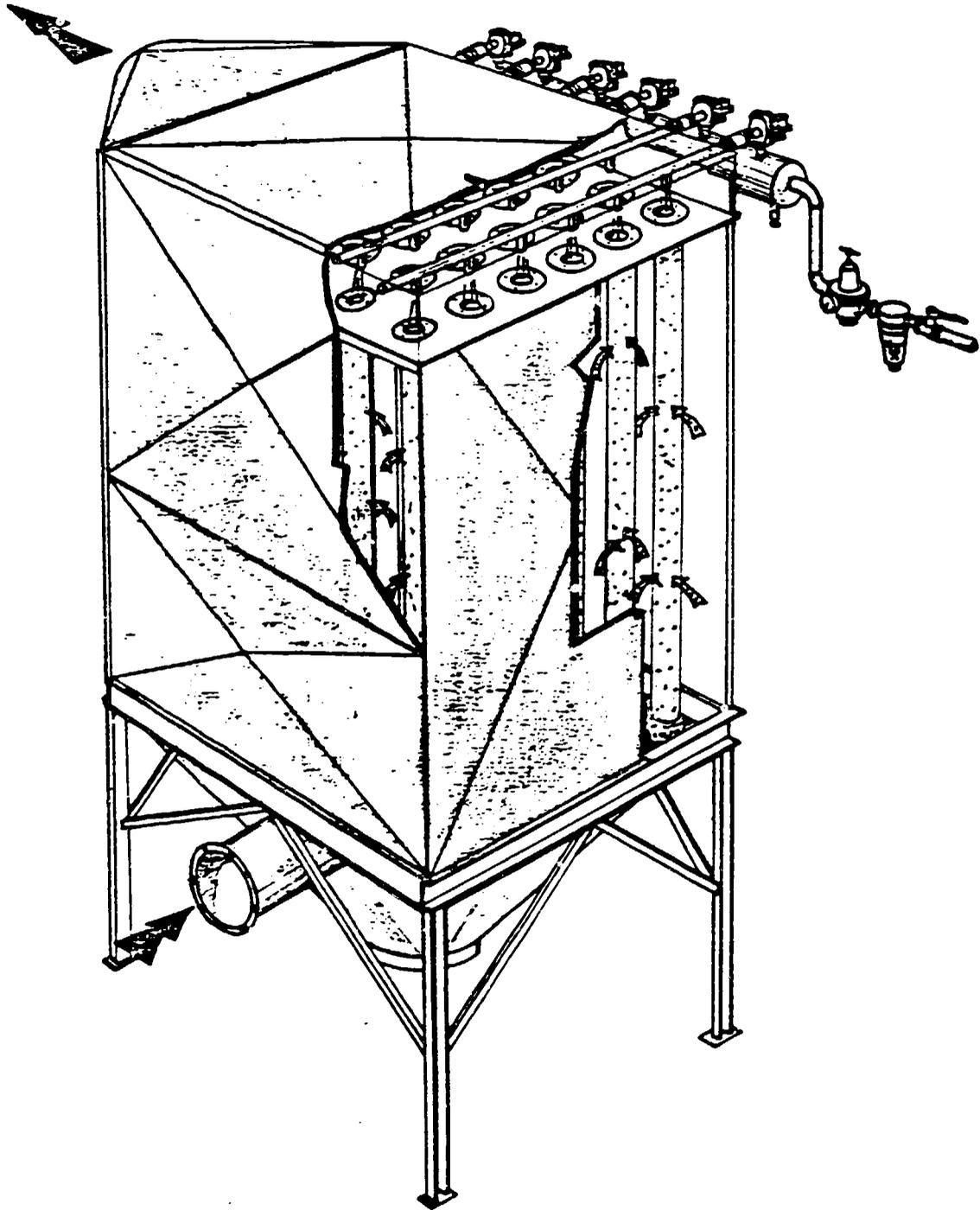


Fig. 21: Filtre nettoyé par air comprimé à contresens

Silos

Les silos sont les dépôts effectifs des déchets produits par les machines opératrices et transportés par aspiration. Ils doivent être prévus selon les quantités de déchets produites, et peuvent être construits en maçonnerie, en béton armé ou en acier.

Depuis plusieurs années, on emploie de préférence des silos en acier, préfabriqués et réalisés par éléments, qui peuvent être déplacés en cas de besoin et agrandis par adjonction d'un ou deux secteurs (ou anneaux).

Le silo peut être équipé d'un extracteur automatique ou simplement d'une ouverture de décharge directe par gravité (voir figures 22 et 23).

La version avec extracteur est indiquée lorsque les déchets doivent servir à produire de l'énergie thermique, ou lorsqu'il faut les rendre compactes à l'aide de machines appropriées et réduire les coûts de transport.

Dans une installation moderne, par conséquent, le silo se compose de trois parties principales:

- 1) le filtre;
- 2) le réservoir à déchets;
- 3) l'extracteur automatique.

Citons en outre des accessoires importants: portillons anti-explosion, dispositif de protection contre l'incendie, portes d'inspection, escaliers de service, galerie, voyants de contrôle du niveau, etc.

Le silo de forme cylindrique est préférable, afin de réduire les frottements qui seraient favorisés par les angles d'une forme polygonale ou carrée.

Extracteurs

Il en existe différents modèles sur le marché, chacun ayant des caractéristiques spéciales.

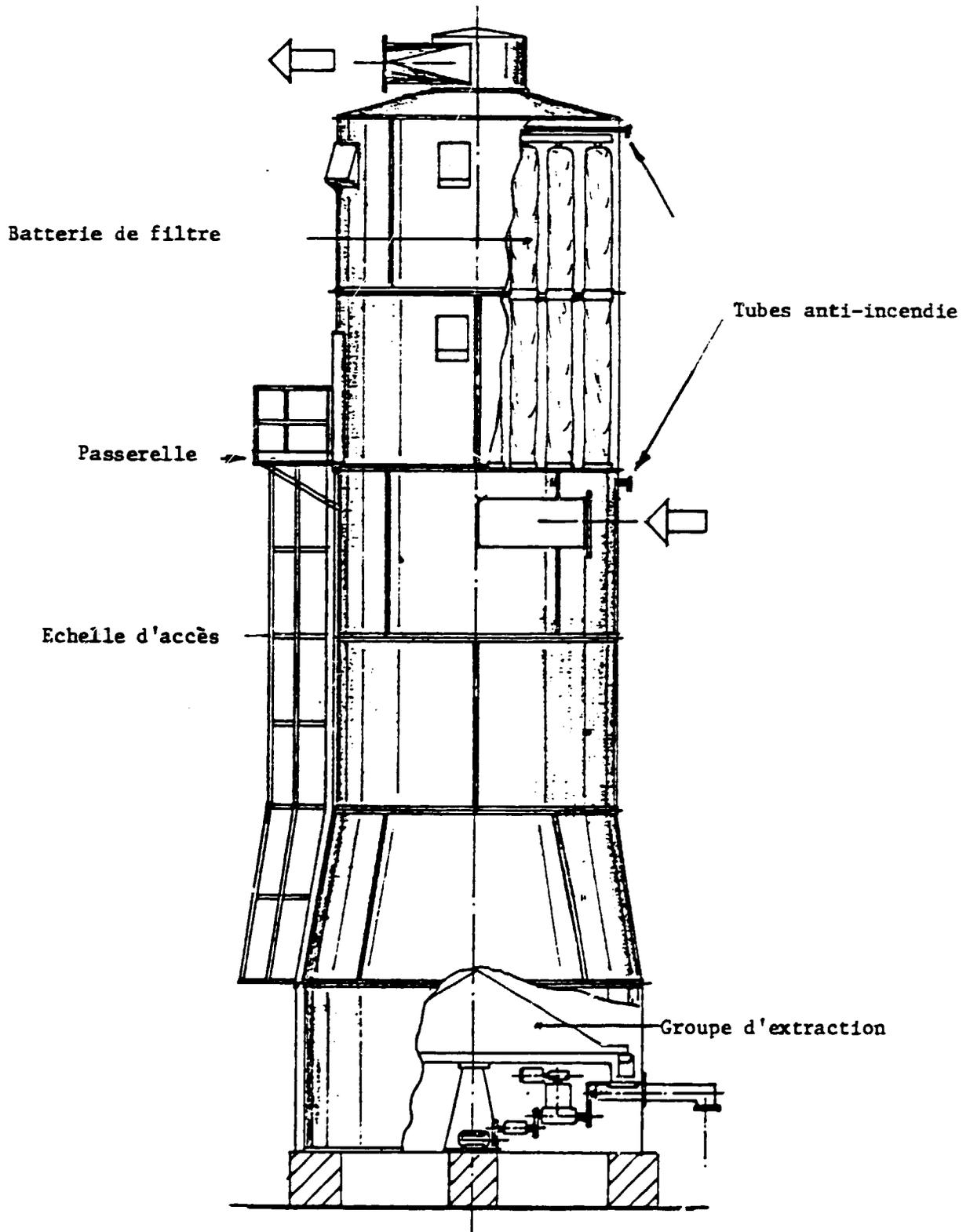


Fig. 22: Silo métallique avec extracteur

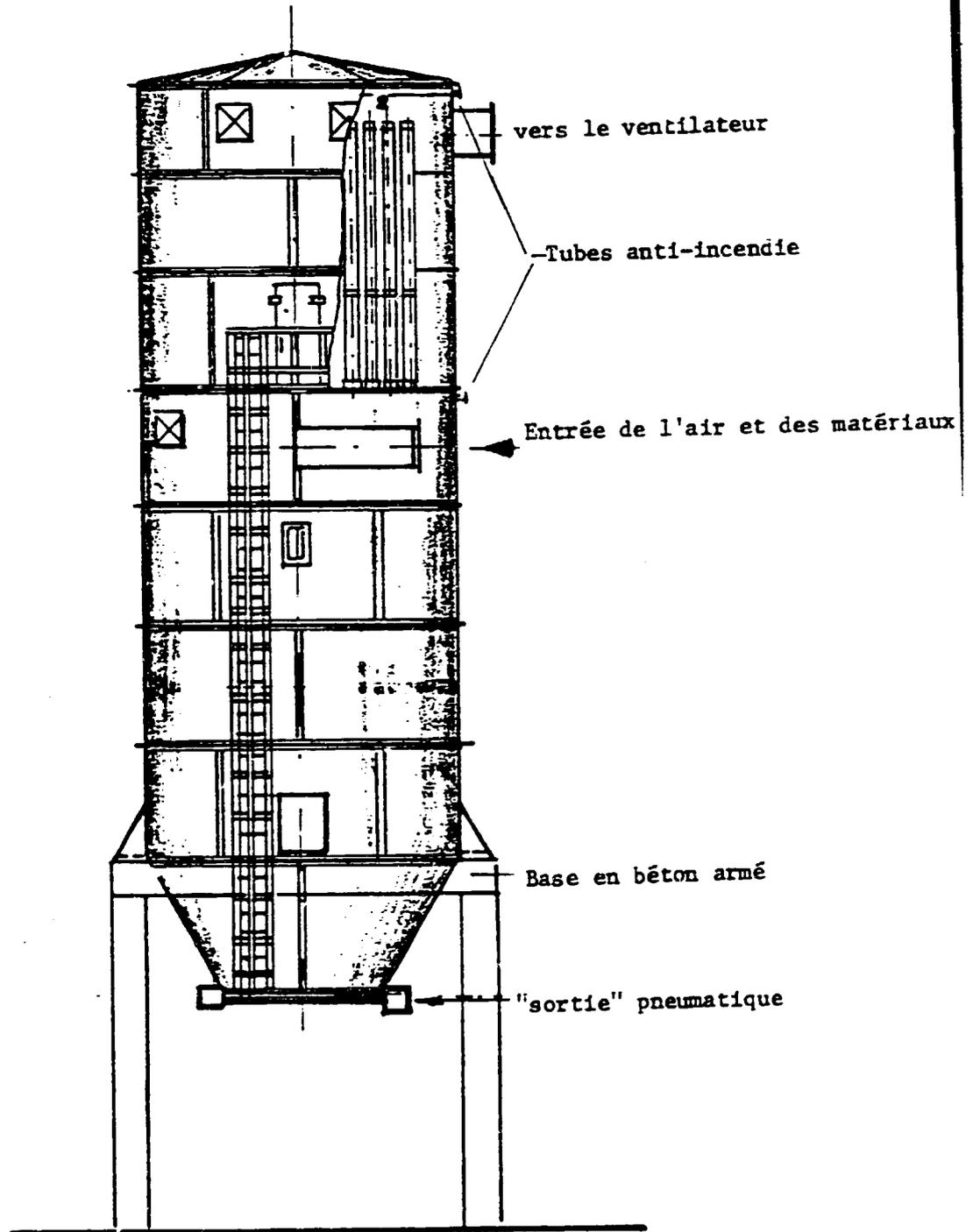


Fig. 23: Silo métallique sur base en béton armé

Tout extracteur dispose normalement d'organes mécaniques assurant l'extraction (vis d'Archimède, chaînes, ressorts à lames, ou une combinaison de tous ces éléments). (Voir figures 24, 25 et 26).

Tous les modèles d'extracteurs fonctionnent de façon satisfaisante.

Il en existe encore un autre, qui n'utilise aucun des mécanismes indiqués plus haut pour l'extraction des déchets. Ce modèle est caractérisé par le mouvement rotatif et contrôlé du plancher même du dépôt de stockage. Il est bon de le mentionner, compte tenu surtout de la nécessité d'économiser l'énergie dans les pays où le coût des combustibles traditionnels a atteint des niveaux préoccupants.

Nous avons mentionné la possibilité d'utiliser les déchets, qui sont de bons combustibles, comme source d'énergie thermique, il y a donc lieu d'aborder également la question de la prévention de l'incendie dans les silos, qui sont des véritables réserves de combustible solide. (voir figure 27).

Il est normal de munir les silos de canalisations ayant un système manuel ou automatique distributeur de pluie, pour assurer l'extinction de tout incendie éventuel; mais il est un autre système, qui peut prévenir la manifestation de l'incendie, grâce à des révélateurs d'étincelle ou de flamme, sensible aux rayons infra-rouges, qui envoient une impulsion à un dispositif de nébulisation d'eau ou d'autre agent d'extinction; ce dernier dispositif éteint l'étincelle ou la flamme dans le collecteur principal, ce qui les empêche d'atteindre le silo. (voir figure 28).

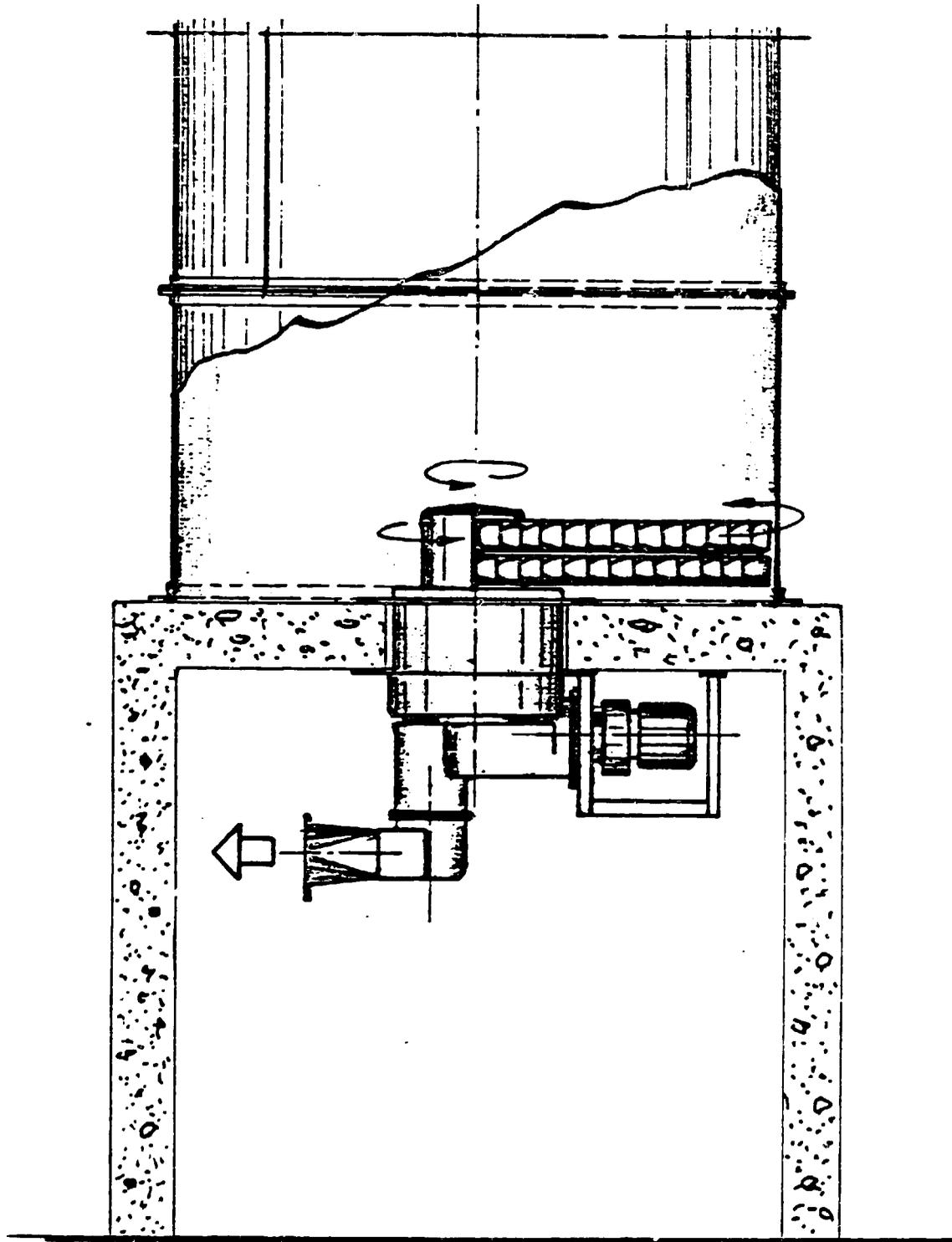


Fig. 24: extracteur automatique

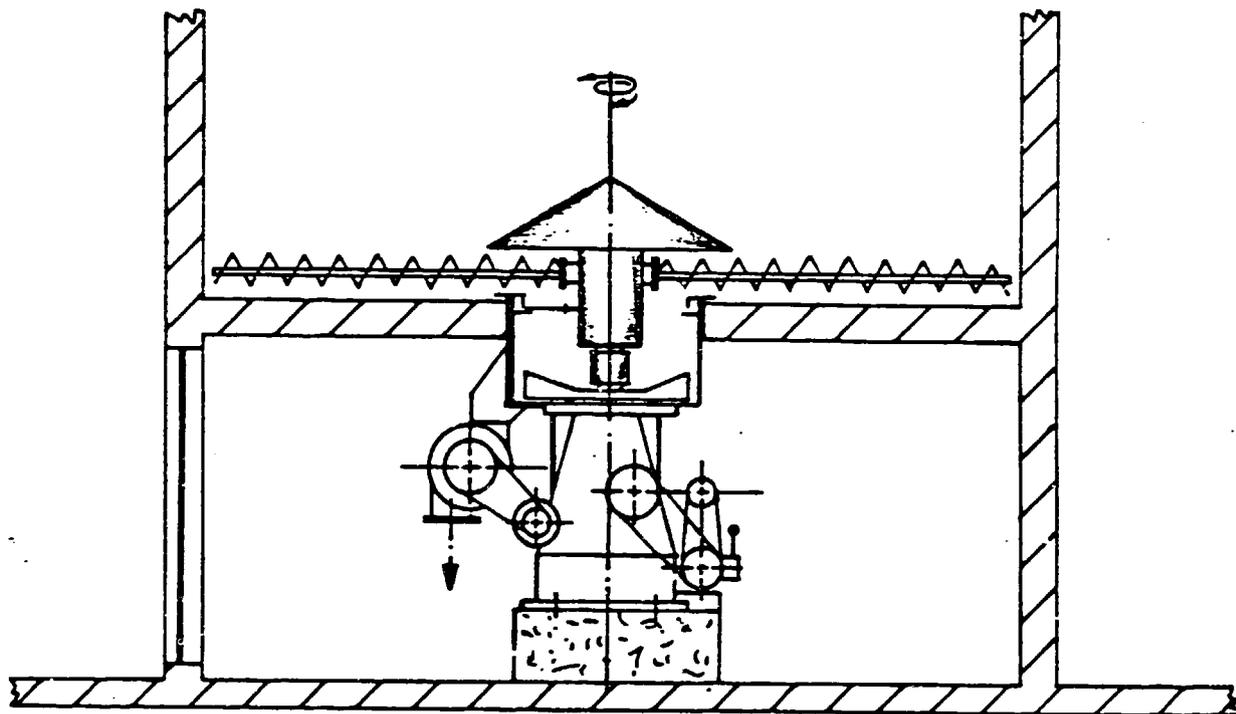


Fig. 25: extracteur automatique

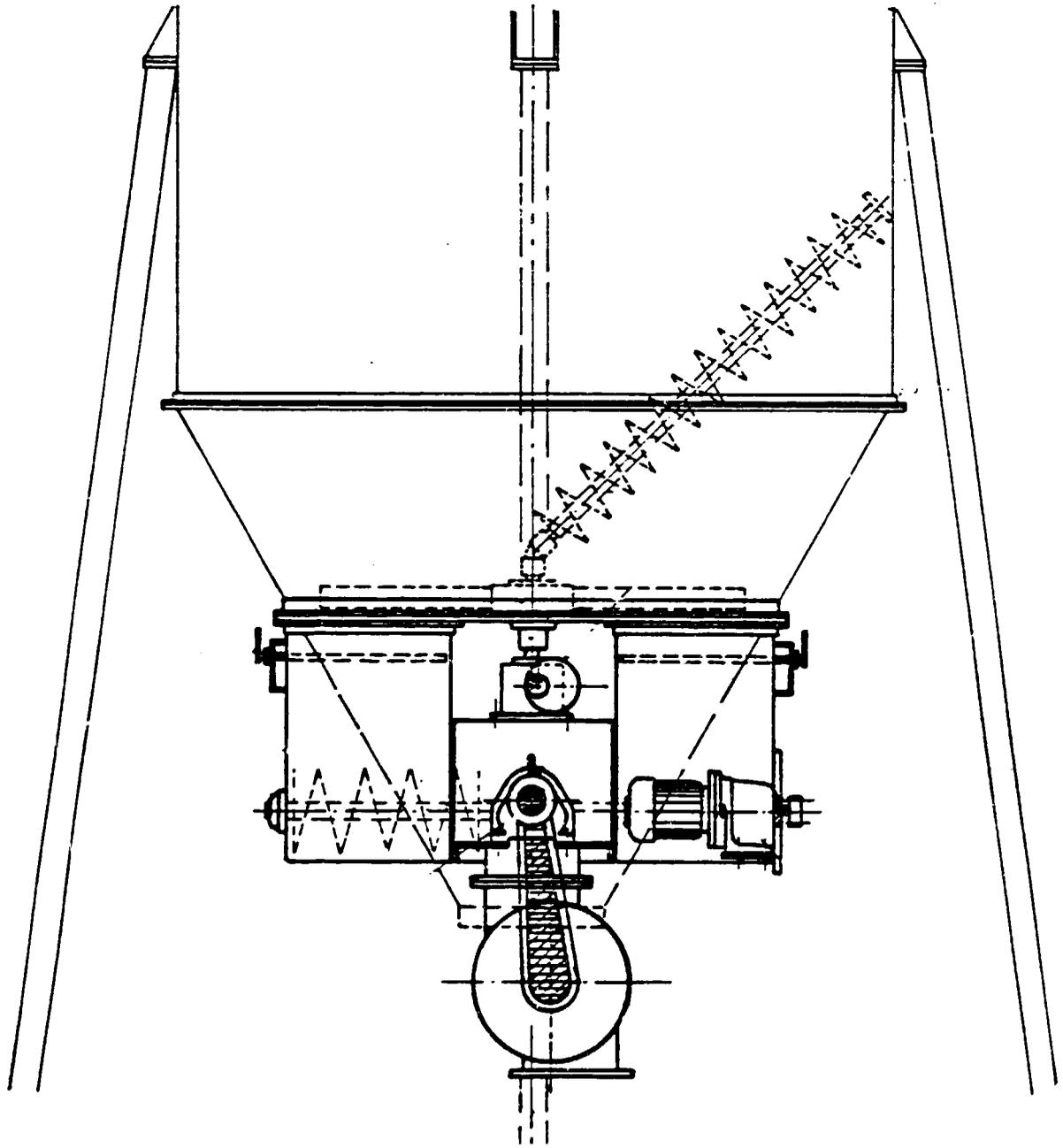


Fig. 26: Extracteur automatique

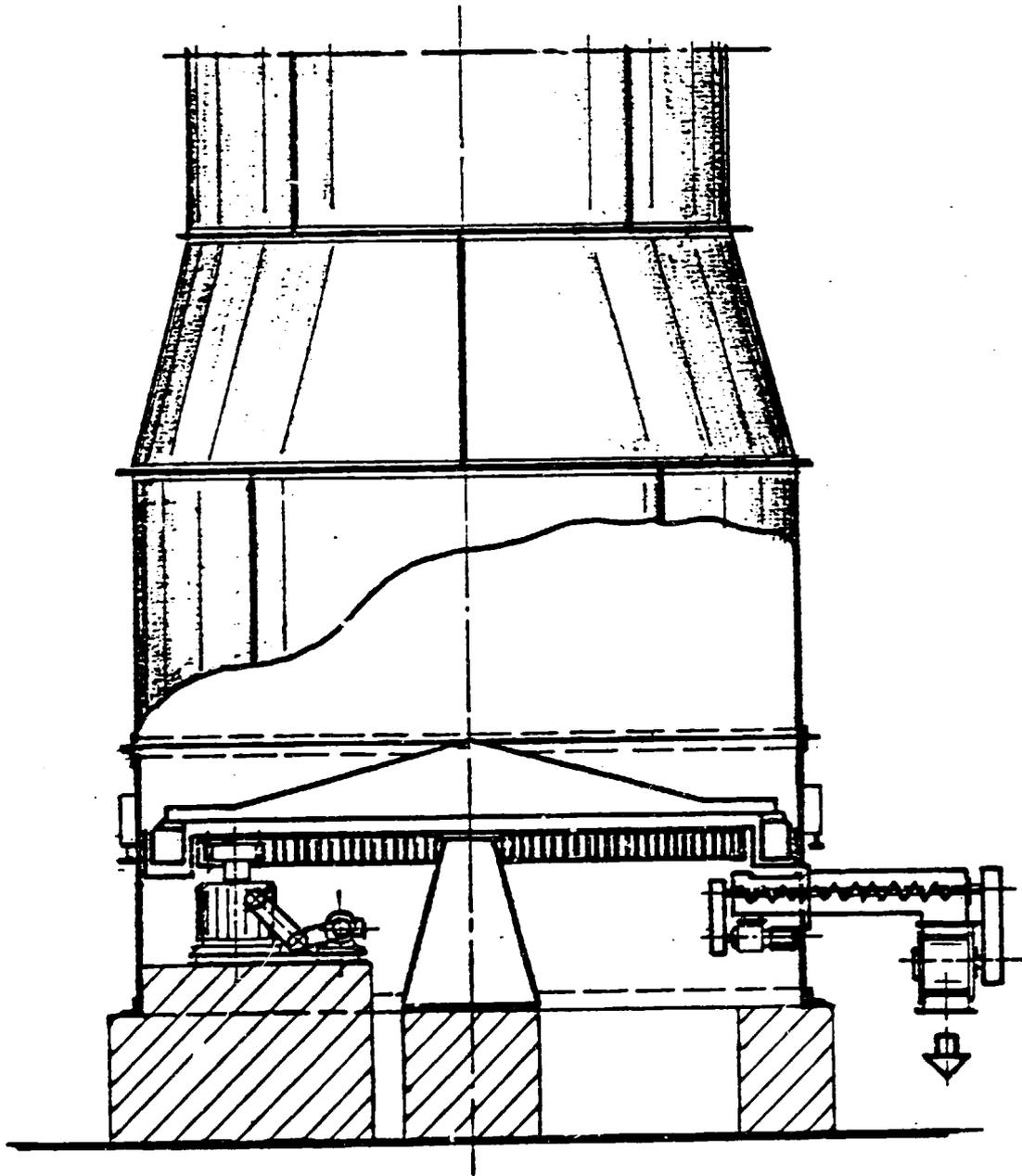


Fig. 27: extracteur automatique (Balducci)

1. Silos de ramassage
2. Installation d'aspiration
3. Machine à travailler le bois.
4. Tronc de tube avec coffret pour le détecteur d'étincelles
5. Groupe extincteur d'étincelles (avec 6 et 7).
6. Valve électrique
7. Jet nébulisateur
8. Voie d'arrivée de l'eau.
9. Alimentateur stabilisé pour l'élévation
10. Alarme optique ou à sonnerie.

