

**EUR 4236 f**

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE — EURATOM

**LIBRARY**

**INSTALLATION PILOTE DE  
SÉPARATION DU CAESIUM 137 PAR CENTRIFUGATION**

par

**J. FRADIN (C.E.A.)**

1969



**Rapport établi par le C.E.A. - Commissariat à l'Énergie Atomique  
Centre d'Études Nucléaires de Saclay, France**

**Département des Radioéléments**

**Contrat Euratom N° 025-62-10 RISF**

## AVERTISSEMENT

Le présent document a été élaboré sous les auspices de la Commission des Communautés Européennes.

Il est précisé que la Commission des Communautés Européennes, ses contractants, ou toute personne agissant en leur nom :

ne garantissent pas l'exactitude ou le caractère complet des informations contenues dans ce document, ni que l'utilisation d'une information, d'un équipement, d'une méthode ou d'un procédé quelconque décrits dans le présent document ne porte pas atteinte à des droits privés;

n'assument aucune responsabilité pour les dommages qui pourraient résulter de l'utilisation d'informations, d'équipements, de méthodes ou procédés décrits dans le présent document.

Ce rapport est vendu dans les bureaux de vente indiqués en 4<sup>e</sup> page de couverture

au prix de FF 21,—	FB 210,—	DM 16,80	Lit. 2 620	Fl. 15,25
--------------------	----------	----------	------------	-----------

Prière de mentionner, lors de toute commande, le numéro EUR et le titre qui figurent sur la couverture de chaque rapport.

Imprimé par Van Muysewinkel  
Bruxelles, avril 1969

Le présent document a été reproduit à partir de la meilleure copie disponible.

# EUR 4236 f

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE — EURATOM

## EUR 4236 f

INSTALLATION PILOTE DE SEPARATION DU CAESIUM 137 PAR  
CENTRIFUGATION, par J. FRADIN (C.E.A.)

Communauté Européenne de l'Energie Atomique — EURATOM  
Rapport établi par le C.E.A. — Commissariat à l'Energie Atomique  
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay (France)  
Département des Radioéléments  
Contrat Euratom N° 025-62-10 RISF  
Luxembourg, avril 1969 — 126 pages — 48 figures — FB 210

L'installation pilote a été réalisée pour vérifier la valeur industrielle du procédé chimique mis au point en laboratoire et essayé jusqu'alors sur un appareillage « statique » ne convenant pas pour une installation devant être exploitée en continu.

L'exploitation de l'unité pilote a permis de réaliser des cycles complets de traitement chimique pouvant être extrapolés sur un appareillage plus important.

## DE CENTRIFUGATION

## EUR 4236 f

PILOT INSTALLATION FOR THE SEPARATION OF CAESIUM 137 BY  
CENTRIFUGATION, by J. FRADIN (CEA)

European Atomic Energy Community — EURATOM  
Report prepared by the CEA — Commissariat à l'Energie Atomique  
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay (France)  
Radioelements Department  
Euratom Contract No. 025-62-10 RISF  
Luxembourg, April 1969 — 126 Pages — 48 Figures — FB 210

This pilot installation has been set up in order to establish the industrial value of the chemical process developed in the laboratory and tested up to now on a "static" apparatus which is not suitable for an installation intended for continuous operation.

Using the pilot unit it has been possible to carry out complete chemical processing cycles which can be extrapolated to a large apparatus. Technological

**Rapport établi par le C.E.A. - Commissariat à l'Energie Atomique  
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, France**

**Département des Radioéléments**

**Contrat Euratom N° 025-62-10 RISF**

## RÉSUMÉ

L'installation pilote a été réalisée pour vérifier la valeur industrielle du procédé chimique mis au point en laboratoire et essayé jusqu'alors sur un appareillage « statique » ne convenant pas pour une installation devant être exploitée en continu.

L'exploitation de l'unité pilote a permis de réaliser des cycles complets de traitement chimique pouvant être extrapolés sur un appareillage plus important. Elle a donné aussi des renseignements technologiques sur la valeur de l'appareillage chimique et sur celle du contrôle.

Ce rapport décrit l'ensemble des cellules blindées et de l'appareillage mécanique et chimique avec l'ensemble des protections et des sécurités, ainsi que les méthodes de mesure, de commande, de régulation et de contrôle.

## MOTS-CLÉS

PILOT PLANT  
ISOTOPE SEPARATION  
CESIUM 137  
CENTRIFUGATION  
SAFETY  
CONTROL

INSTALLATION PILOTE DE SEPARATION DU CAESIUM 137 PAR CENTRIFUGATION\*)

## I - BUT DE L'INSTALLATION

L'exploitation d'une installation pilote de séparation du caesium 137 par précipitation nous ayant conduit à conclure que cette méthode ne convenait pas à une exploitation industrielle, nous avons décidé de construire un pilote dynamique pouvant être exploité en continu ou en semi-continu. Cette installation d'essais devait alors nous permettre :

- de vérifier le procédé chimique mis au point en laboratoire, et d'obtenir des renseignements sur les rendements chimiques, les volumes d'effluents, les facteurs de décontamination, etc...
- d'obtenir des renseignements technologiques sur l'appareillage de centrifugation et d'évaporation
- de réaliser des cycles complets de traitement chimique pouvant être extrapolés pour un appareillage industriel
- d'obtenir des renseignements d'ordre général sur la conduite de l'installation : facilité d'exploitation, d'entretien, de dépannage ; valeur des divers appareils de contrôle.
- de pouvoir enfin utiliser l'appareillage d'une part pour concentrer les produits de fission et d'autre part pour séparer d'autres radioéléments que le caesium 137.

## II - PROCEDE CHIMIQUE

### 1° - Concentration des produits de fission synthétiques

Nous avons pris deux compositions de départ correspondant l'une à l'extraction I de Marcoule (Alliage uranium non allié -  $\text{HNO}_3$  2N) l'autre à des solutions U-Mo (Alliage uranium molybdène 0,5 %  $\text{HNO}_3$  1,1 N).

---

\*) Manuscrit reçu le 28 octobre 1968.

Dans le cas des alliages U-Mo on solubilise en ajoutant du phosphore sous forme de  $H_3PO_4$ . Une concentration idéale aboutirait à une acidité telle que les hydroxydes ne précipitent pas, mais que cependant la distillation du  $RuO_4$  et la corrosion des réservoirs de stockage restent faibles (1 à 3  $HNO_3$ )

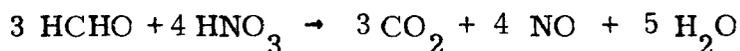
Deux méthodes peuvent être employées pour concentrer les produits de fission :

- entrainement d'acide ( $HNO_3$ ) par la vapeur d'eau dans un appareil à distiller. Cette méthode permet d'opérer en continu et réduit les risques d'explosion qui pourraient accompagner la destruction d'acide par réduction.

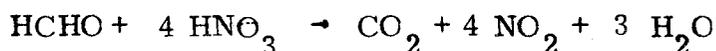
Le débit d'alimentation étant maintenu égal au débit d'acide condensé, lorsque l'équilibre est atteint, l'acide introduit se retrouve intégralement à la sortie, et dans l'évaporateur, volume et titre restent constants.

- destruction d'acide par le formol :

à faible acidité (1 N), la réaction est la suivante :



à forte acidité (13 N), la réaction est



La décomposition est catalysée par une faible quantité de  $NaNO_2$ . On introduit dans l'évaporateur, pendant la concentration, du formol à débit continu pour maintenir la normalité à 2 N environ et le dégagement gazeux comprend un mélange de  $NO$ ,  $NO_2$  et  $CO_2$ .

## 2° - Séparation du caesium

Les méthodes suivantes peuvent être employées :

- précipitation du caesium par :

un ferrocyanure

l'ion bore tétraphényle

l'acide phosphotungstique

- syncristallisation de l'alun de caesium avec ceux de potassium et d'ammonium

- entraînement du caesium par une mousse de gélatine.

Parmi ces méthodes, nous avons choisi la précipitation par l'acide phosphotungstique qui, ajouté à la solution concentrée de produits de fission, fournit le caesium à l'état de  $PO_4(WO_3)_{12}HCS_2$  dans de larges limites d'acidité (jusqu'à 10 N) et avec un très bon rendement (99 %).

Ce précipité est soigneusement lavé par  $\text{HNO}_3$  et  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ensuite par adjonction de baryte on fait passer le caesium à l'état de caesine  $\text{CsOH}$  soluble. Cette caesine contient encore de l'ammoniaque (l'ion  $\text{NH}_4^+$  a en effet été précipité par l'acide phosphotungstique) qui sera éliminée par ébullition dans l'évaporateur. La baryte résiduelle est éliminée par précipitation dans la centrifugeuse. Au cours de cette dernière précipitation, le caesium est passé à l'état de sulfate ou de carbonate suivant que l'agent précipitant de la baryte était  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ou  $\text{CO}_2$ . C'est ce sel de caesium que l'on concentre dans l'évaporateur.

Si la solution initiale contient beaucoup de molybdène, il y aura spontanément un précipité de  $\text{PO}_4 (\text{Mo O}_3)_{12} \text{Cs}_3$ . Ce précipité décante aussi bien que celui de phosphotungstate, se centrifuge bien, mais se remet en suspension lors de l'arrêt de la centrifugeuse. Aussi est-il nécessaire d'évacuer les eaux-mères pendant la rotation, si l'on veut obtenir un bon rendement. A cette différence près, la mise en oeuvre des deux procédés est semblable.

### 3° - Séparation d'autres produits de fission

Outre les coprecipitations par le baryum ou le plomb, la précipitation par  $\text{HNO}_3$  fumant est possible pour la séparation du strontium 90. On pourra également essayer différents procédés de séparation des produits de fission par précipitation des oxalates (oxalate de strontium en particulier).

## III - IMPLANTATION ET DESCRIPTION DES CELLULES

Implantée dans le bâtiment des Radioéléments, cette installation a été construite conformément aux principes de manipulation en vigueur dans ce bâtiment, c'est à dire séparation par une paroi étanche des deux zones suivantes :

- Zone de télécommande de l'appareillage qui est constituée par le laboratoire et qui ne contient que les télécommandes et les appareils de contrôle nécessaires à la conduite des opérations chimiques. Cette zone n'est pas ventilée et constitue le lieu de séjour habituel des opérateurs.

- Zone de l'appareillage et zone d'intervention et d'accès à l'appareillage. Cette zone est ventilée et en fonctionnement normal non contaminée, mais elle présente un risque permanent de contamination. Dans cette zone sont situées les cellules actives blindées mais non étanches ainsi qu'un certain nombre d'appareillages dont les principaux sont le générateur de vapeur et le

poste de distribution du réseau vapeur, les commandes des appareils relevables, le banc de prises d'échantillons, ainsi que le banc de dépotage de CENDRILLON (conteneur de transport des produits de fission).

#### Constitution des cellules

L'ensemble, de forme linéaire, se présente, vu du laboratoire, de la façon suivante :

- générateur de vapeur
- cellule B
- cellule A
- banc de dépotage du conteneur CENDRILLON.

Les deux cellules A et B sont constituées par une première ossature métallique en fers profilés. Pour la cellule A, cette charpente a deux rôles :

- celui de supporter la dalle de fonte sur laquelle s'appuient la décan-teuse pendulaire et ses accessoires, et qui sert de toit à la cellule.
- celui de maintenir les murs de protection en plomb qui la ceinturent.

Pour la cellule B, la charpente permet de supporter le toit en plomb au moyen d'une tôle de 5 millimètres et de maintenir également les murs de protection.

A l'intérieur de ces solides charpentes, deux charpentes légères, tubulaires, supportent l'appareillage de traitement chimique. Cet ensemble est posé sur des bacs de rétention en acier inoxydable, posés directement sur le sol et reliés aux canalisations d'effluents.

#### Dimensions

Cellule A	Longueur	1,9 m
	Largeur	2 "
	Hauteur	3 "
Cellule B	Longueur	2,1 "
	Largeur	2 "
	Hauteur	3 "

#### Impératifs d'implantation

Nous avons dû limiter la hauteur des cellules à 3 mètres pour les raisons suivantes :

- le pont roulant de manutention desservant la zone d'intervention doit

avoir une certaine hauteur libre sous son crochet.

- le bâtiment n'est pas prévu pour recevoir des protections standards supérieures à 3 mètres.

- l'alimentation en réactifs par gravité des installations du pilote à partir du laboratoire a exigé une hauteur maximale pour les cellules.

Pour la largeur des cellules, la cote de 2 mètres est le maximum admissible dans le couloir d'intervention compte tenu de l'implantation d'autres installations.

#### Ventilation

Le laboratoire n'est pas ventilé, mais en cas de démontage de la face d'étanchéité avant, il peut être clos hermétiquement et raccordé à la gaine centrale d'extraction.

La zone dans laquelle sont implantées les cellules est ventilée et la dépression qui y règne en permanence est d'environ 5 millimètres de colonne d'eau par rapport à la zone du laboratoire. Les appareils de traitement chimique sont raccordés à la gaine centrale d'extraction.

#### Effluents

Pour l'ensemble de l'installation, les liquides peuvent être évacués sur trois réseaux différents :

- effluents douteux : sont raccordées sur ce réseau les évacuations de liquides présentant peu de risques de contamination, les eaux de réfrigération par exemple.

- effluents actifs : sont raccordées sur ce réseau les évacuations de solutions diluées et des eaux de rinçages.

- effluents très actifs : ces effluents sont évacués dans les récipients de transport standards CENDRILLON fortement protégés. Installés dans le couloir et raccordés à l'appareillage par l'intermédiaire d'un système de transfert, ces récipients reçoivent de petits volumes (8 à 25 litres) de solutions très actives.

#### Fluides et réactifs

Hormis la vapeur dont le générateur est situé en zone d'intervention, tous les autres fluides ainsi que les réactifs proviennent du laboratoire où se trouvent leurs commandes et leurs régulations. Ils pénètrent dans les cellules par l'intermédiaire de raccords étanches.

Ce sont :

- l'eau ordinaire
- l'eau déionisée
- l'air comprimé dépoussiéré et déshuilé
- la vapeur
- le gaz carbonique
- l'acide phosphotungstique
- l'acide nitrique
- l'acide sulfurique
- la baryte
- la soude
- le vide
- l'électricité : alternatif 110 et 220 volts
- l'électricité : continu 12 et 24 volts

#### IV - DESCRIPTION DE L'INSTALLATION CHIMIQUE - CONCEPTION ET CHOIX DE L'APPAREILLAGE

##### 1° - Principes de construction

L'installation est construite autour de 2 appareils essentiels :

- la décanteuse (2) (centrifugeuse) dans la cellule A
- l'évaporateur (30) dans la cellule B.

L'appareillage réalisé avec un matériau cher : acier Z 2 NCD 25-20 (URANUS B 6), a été étudié avec un souci d'économie. Pour les réservoirs, les volumes morts ont été réduits au minimum, les hauteurs de viroles dimensionnées au plus juste. Pour la même raison, les liaisons entre appareils ont été prévues par tuyauteries soudées et non par brides.

Les tuyauteries principales sont aussi réalisées en Z 2 NCD 25-20. Elles sont roulées, soudées et réétirées après soudure en épaisseur mince. Les tuyauteries secondaires sont réalisées en acier Z 3 CN 18-10 sans soudure, étirées à froid.

Les tuyauteries des circuits de vapeur sont en acier doux sans soudure.

Nous avons étudié pour le raccordement par filetage de certains tubes en Z 2 NCD 25-20, des embouts spéciaux venant se souder sur le tube mince, et portant à l'autre extrémité le filetage pour le raccordement à l'appareil.

En ce qui concerne les positions, on a essayé dans la mesure du possible d'obéir aux impératifs suivants :

- mettre les réservoirs à proximité de l'appareil (décanteuse ou évaporateur) qu'ils accompagnent.
- grouper les réservoirs suivant l'activité du contenu dans la cellule très active (décanteuse) ou dans la cellule moins active (évaporateur).
- placer à une cote élevée les réservoirs alimentant un appareil par gravité, et au sol, les réservoirs sous pression ou munis d'air-lifts.
- tenir compte des caractéristiques particulières d'emploi (position des réservoirs releveurs par exemple)

## 2° - Capacité

L'installation n'étant pas conçue pour la production, aucune capacité n'a été fixée de façon impérative, mais l'utilisation d'un appareillage de même taille, dans une usine de séparation, devrait permettre de traiter des débits de l'ordre de 5 à 10 litres/heure de solutions concentrées de produits de fission.

Le volume de la décanteuse a été fixé à 80 litres. De là, on déduit le volume de l'évaporateur (80 à 100 litres). En fait, en marche normale de récupération de caesium, c'est le volume de l'évaporateur qui imposerait une limite maximale aux quantités de produits de fissions traitées en un seul cycle. En effet, remplir 4 fois la décanteuse entraîne l'utilisation d'un volume stoechiométrique de baryte saturée d'environ 100 litres d'après notre procédé chimique.

Un certain nombre de réservoirs ont des capacités de 80 litres ; ce sont ceux de stockage des effluents et ceux de préparation des solutions synthétiques ou de décontamination. D'autres ont des capacités de 40 litres, ce sont ceux de stockage des solutions de lavage de précipités à recycler.

Les réservoirs d'alimentation en réactifs ont chacun une capacité de 10 litres.

### 3° - Principes de transfert des solutions

Suivant leur nature, les liquides sont transférés par divers procédés :

#### - Sous pression d'air comprimé

C'est le cas des réactifs qui sont introduits à partir du niveau du sol, sous pression dans les réservoirs situés au dessus de l'installation.

#### - par gravité

Ces mêmes réactifs sont transférés par gravité dans l'appareillage chimique.

#### - par siphonnage (par gravité ou sous vide)

Le procédé est employé pour vider la centrifugeuse ainsi que pour vider le récipient de transport Cendrillon

#### - par énergie cinétique

Ce mode de transfert est utilisé pour vider la centrifugeuse en mouvement à l'aide d'une sucette mobile. La force centrifuge plaque les différentes phases de liquides le long de la paroi par ordre décroissant de densités, et l'énergie cinétique du liquide en rotation permet son refoulement dans le tube de la sucette.

#### - sous vide par éjecteur (à vapeur ou à eau)

Ce procédé simple et sûr, permet en particulier de vidanger les réservoirs d'effluents. Il permet aussi de diriger les solutions vers le distributeur à 5 voies qui sépare les liquides suivant leur destination. On vidange par ce procédé la plupart des réservoirs. L'inconvénient de ce mode de transfert est qu'il provoque une dilution des solutions, qui dans certains cas est inacceptable mais qui convient fort bien par exemple pour transférer la caesine de l'évaporateur dans la décanteuse.

#### - sous vide par air-lift (vide par éjecteur à eau)

Ce procédé est utilisé pour transférer en toute sécurité les solutions très actives. Dans ce cas, la submergence est créée artificiellement au moyen du vide. Avec une submergence de 40 % on évite toute remontée de liquide dans les dévésiculeurs et les filtres. Avec par exemple une tubulure de 17 millimètres de diamètre intérieur, on peut véhiculer 200 litres/heure d'eau (densité 1) avec un débit d'air d'environ  $1 \text{ m}^3$ /heure.

Ce procédé est également employé pour les prélèvements d'échantillons.

#### 4° - Appareillage de la cellule A

##### a) Décanteuse pendulaire (2)

Constituant la partie la plus active et le coeur de l'installation, elle permet d'effectuer dans son bol, des opérations de précipitation, de clarification des eaux-mères par centrifugation et redissolution partielle ou totale du précipité isolé au moyen de réactifs appropriés.

La décanteuse choisie est du type pendulaire ; c'est en effet ce modèle qui permet le mieux d'interposer un écran de protection entre la partie active (bol) et les organes mécaniques de l'appareillage (moteur, roulements, variateur de vitesse ...).

La décanteuse est munie d'une double enveloppe en tôle d'acier Z 3 CND 18-12 de 4 millimètres d'épaisseur. Elle a un diamètre extérieur de 1100 et une hauteur de 700 millimètres. Elle est munie d'un couvercle étanche en deux parties faisant cheminée autour de l'arbre pour une prise de ventilation. Ce couvercle est une pièce délicate possédant tous les raccordements fixes et mobiles des tuyauteries alimentant la décanteuse ainsi que ceux des tubes supports de l'endoscope et du pH-mètre.

Cette double enveloppe possède son appareillage propre de décontamination.

La vidange de la décanteuse est effectuée soit par siphons, soit par sucette. Les siphons sont relevables et ne peuvent être utilisés que pendant l'arrêt de la centrifugeuse. La sucette est employée lorsque la mauvaise tenue de certains précipités sur la paroi du bol oblige à maintenir une forte accélération de rotation pendant l'évacuation des solutions claires. Bien que l'utilisation d'une sucette ne soit pas recommandée dans le cas des décanteuses pendulaires, particulièrement sensibles aux balourds, nous pouvons l'utiliser sans inconvénient car dans nos opérations chimiques nous n'obtenons que de petits volumes de précipités.

Quant aux siphons, ils sont relevables et ne doivent pas plonger dans les solutions pendant la rotation de la décanteuse. C'est en jouant sur l'élasticité du tube de vide, enroulé en ressort et relié au sommet de la crosse de siphon que nous obtenons le débattement nécessaire pour sortir hors du liquide la branche du siphon.

Sur ces siphons sont montés des appareils de contrôle tels que sondes de niveau et cannes pyrométriques.

Le siphonnage par gravité est amorcé à l'aide du vide. L'installation a été conçue avec un vide limité, car la gamme des vides d'amorçage obtenus par trompe à eau (pression résiduelle de 20 à 400 g cm<sup>-2</sup>) ne protège pas les filtres contre une remontée intempestive de liquide.

Outre les siphons et la sucette, la décanteuse comporte un certain nombre d'appareils annexes qui sont :

- une rampe de pulvérisation qui est constituée par une tuyauterie légèrement inclinée plongeant dans la décanteuse et perforée de trous dirigés vers le précipité à remettre en suspension. Lorsque la décanteuse tourne à faible vitesse, ces jets de liquide décollent le précipité de la paroi et l'entraînent vers le fond du bol. Pour obtenir une bonne répartition des points d'impact sur la paroi du bol et éviter de laisser des morceaux de précipité non décollés, on a pratiqué sur la tuyauterie des trous de 1 millimètre de diamètre disposés de 5 en 5 millimètres. On obtient ainsi un bon lavage de la paroi en 2 à 3 minutes en utilisant 20 à 30 litres d'eau avec une pression de quelques centaines de grammes.

Le diamètre de la tuyauterie est calculé, de manière à ce que la perte de charge dans cette tuyauterie entre le premier et le dernier orifice soit négligeable par rapport à la perte de charge lors de la traversée de l'orifice.

Par exemple, dans notre cas, pour un débit d'arrosage de 600 litres/heure correspondant à une vitesse dans les orifices de 3 mètres/seconde, on aura une perte de charge de 45 grammes à travers l'orifice alors que dans le tube de 17/20, la perte de charge entre les deux trous extrêmes sera inférieure à 1 gramme. Dans ces conditions, on est assuré d'un arrosage régulier pour l'ensemble des trous.

- un pH-mètre relevable qui n'est utilisé que pendant l'arrêt de la décanteuse. Sa descente est commandée à distance après l'arrêt de la rotation. Une remontée manuelle par treuil est prévue pour le remplacement des électrodes ; une rampe d'arrosage permet leur lavage après chaque utilisation. Les électrodes descendent à l'intérieur du bol de la décanteuse, guidées dans leur mouvement par un tube oblique traversant la plaque de fonte supérieure et venant se raccorder à la double enveloppe.

Un système de double chariot coulissant dans le tube permet le porte à faux du pH-mètre.

- un endoscope relevable de 60 millimètres de diamètre peut être descendu à l'intérieur de la décanteuse afin de pouvoir examiner les précipités se trouvant sur le fond et les parois du bol. De la même façon que pour les électrodes du pH-mètre, l'endoscope est guidé dans les mouvements par un tube relié à la double enveloppe de décanteuse et traversant la plaque supérieure de fonte. Le mouvement effectué à l'aide d'un treuil est entièrement manuel.

- des sondes de niveau (DINEL) au nombre de 7 qui peuvent être descendues dans la décanteuse. En position basse, elles verrouillent la mise en route de la décanteuse. La remontée de ces sondes est impossible si la décanteuse contient plus que son volume utile de 80 litres.

Pour leur remontée, ces sondes de niveau sont associées à un siphon relevable.

- des prises d'échantillons, effectuées par air-lift sous vide (système THOREX). Le relevage de ces deux tubulures est groupé avec celui de l'arrivée de gaz carbonique et de la rampe d'arrosage.

#### b) Distributeur rotatif à 2 directions (59)

Cet appareil est alimenté par la sucette de la décanteuse et permet d'orienter les solutions claires dans un réservoir (5) ou dans un autre (3). Il est fixé sur la double enveloppe de la décanteuse et est traversé dans sa partie supérieure par le tube de sucette dont le mouvement lent est donné par un vérin pneumatique. On utilise à cet effet une tête de commande à membrane de vanne pneumatique. Le mouvement de rotation du distributeur est effectué à l'aide d'un petit groupe moto-réducteur fixé sur le couvercle du distributeur par attache rapide.

#### c) Réservoirs associés à la décanteuse :

- (1) : 20 litres : alimentation des produits de fission pour la décanteuse
- (3) : 80 litres : stockage intermédiaire pour les produits de fission.
- (4) : 7 litres : mesureur de reprise pour les produits de fission traités et devant être introduits de nouveau dans CENDRILLON.

- (5) : 80 litres : stockage intermédiaire pour les solutions de caesium
- (14) : 20 litres : alimentation sous pression de la décanteuse.

#### 5° - Appareillage de la cellule B

##### a) Evaporateur (30)

C'est l'appareil principal de la cellule B. Il a été conçu pour permettre :

- d'évacuer l'ammoniaque par ébullition de la solution de baryte et de caesine.
- de concentrer les solutions de caesium
- de concentrer, à niveau constant, des solutions de produits de fission lorsqu'il est alimenté par une solution nitrique additionnée ou non de formol.

Ses formes et son volume (80 litres) ont été étudiés et calculés de manière à pouvoir :

- concentrer des solutions de sel de caesium jusqu'au volume 7 litres (volume de transfert du récipient CENDRILLON). Sa partie inférieure comporte un cylindre coaxial de 7 litres pour permettre des mesures précises de niveau en fin de concentration.
- concentrer à un volume final de 7 litres la solution préconcentrée, en utilisant seulement la double enveloppe inférieure.
- obtenir un bon facteur de décontamination, ce qui a conduit à un diamètre de 600 millimètres pour pouvoir travailler avec des vitesses de vapeur de 6 à 7 cm/seconde au-dessus de la surface libre du liquide.
- arrêter les particules solides contaminées et les vésicules liquides entraînées contenant de l'activité sous forme de produits de fission non volatils ; ce qui a conduit à surmonter l'évaporateur d'une colonne remplie d'anneaux de RASCHIG arrosée par un reflux du distillat.

##### b) Condenseur (32)

Ce condenseur est à faisceau vertical et l'eau de refroidissement circule à l'intérieur des tubes.

Il a été calculé pour évacuer 20.000 kilocalories avec un débit d'eau de  $1,5 \text{ m}^3/\text{heure}$  (élévation de température de l'eau =  $14^\circ \text{C}$  et condensation de la vapeur à  $60^\circ \text{C}$ ).

c) Refroidisseur (33)

Le refroidisseur est constitué d'une enveloppe où circule l'eau de refroidissement. Cette enveloppe est concentrique à deux tubes où circule à contre courant le condensat. Sa hauteur de 1 mètre, compte tenu des impératifs d'implantation dans la cellule, ménage une garde hydraulique sur le trajet du condensat.

Cette hauteur étant fixée ainsi que le débit d'eau ( $1,5 \text{ m}^3/\text{heure}$  pour le calcul du condenseur), la surface d'échange, donc le diamètre, ont été calculés pour évacuer 1.400 kilocalories/heure, (abaissement de la température de la vapeur condensée de  $60^\circ \text{ C}$  à  $20^\circ \text{ C}$ ).

d) Réservoirs implantés dans la cellule B

- (10) : 80 litres : préparation des réactifs
- (11) : 80 litres : alimentation de l'évaporateur
- (12) : 40 litres : stockage des solutions de lavage
- (13) : 40 litres : stockage des solutions de recyclage
- (20) : 80 litres : contrôle des effluents
- (21) : 80 litres : stockage des distillats
- (31) : 7 litres : mesureur de reprise des produits de fission de l'évaporateur à CENDRILLON.

6° - Appareillage implanté sur le toit

De petites enceintes blindées (50 ou 100 millimètres de plomb) sont situées sur le toit des cellules A et B et contiennent :

- les dévésiculateurs de vide
- le distributeur rotatif à 5 directions
- le banc de prises d'échantillons

a) - Dévésiculateurs

Ils sont implantés sur les circuits de vide de façon à retenir et condenser toutes les petites gouttelettes pouvant se trouver en suspension dans l'air aspiré. Ils sont réalisés en acier inoxydable et ont une forme cylindrique ( $\emptyset 150$ , h 200) terminée à leur partie inférieure par un cône. Une grille perforée est destinée à retenir le garnissage qui est constitué soit d'anneaux de RASCHIG, soit d'un filtre KNITT en laine d'acier inoxydable.

b) Distributeur rotatif à 5 directions

Cet appareil permet les mouvements de liquides entre divers récipients. Alimenté par une série de 5 éjecteurs à vapeur correspondant aux récipients (3), (5), (20), (21) et (30) il assure une grande souplesse à l'installation en permettant les transferts de ces réservoirs aux réservoirs (11), (12), (13), (20) et (21).

Le distributeur est commandé par un petit groupe moto-réducteur SAPMI.

c) Banc de prises d'échantillons

Hormis la prise d'échantillon par vanne manuelle installée sur le refroidisseur (33), les 17 autres prises d'échantillons sont réalisées à l'aide de deux systèmes différents :

- les prises directes pour les réservoirs implantés en partie haute des cellules c'est à dire (10), (11), (12), (13). Ce système n'est applicable que lorsque la hauteur de relevage et la longueur de la tuyauterie sont faibles ( $h + l < 5$  mètres)

- les prises avec remontée par air-lift : réservoirs (1), (2), (3), (5), (20), (21), (30).

Toutes ces prises sont groupées sur le même circuit de vide qui comporte un régulateur.

Les porte-aiguilles utilisés comportent une tête en téflon. Le banc se présente sous la forme d'un bloc d'acier inoxydable de 500 x 40 x 60 non implanté en boîte à gants, et dont les prises sont manuelles.

Le montage et le démontage des têtes et des porte-aiguilles sont faciles et ne demandent pas de précautions particulières.

7° - Appareils implantés dans le couloir d'intervention

Ce sont :

a) le banc de transfert pour CENDRILLON qui reçoit le pont de transfert

b) la chaudière électrique DAMOND

de 100 kW (pression 8 hpz) et le poste de distribution de vapeur dont les vannes sont commandées pneumatiquement à partir du laboratoire.

## V - PROTECTION ET SECURITES

### 1° - Protection

Les deux cellules A et B sont accolées et ceinturées par une protection de plomb :

100 millimètres pour la cellule A

50 millimètres pour la cellule B

Cette protection a été mise en place pour pouvoir travailler sur des solutions synthétiques inactives avec traceurs et éventuellement sur des solutions réelles de produits de fission mais diluées avec des solutions synthétiques inactives.

Dans ces conditions, on a calculé qu'on pouvait au maximum traiter 600 curies de caesium 137 (ou 5 millilitres de produits de fission concentrés) dans la cellule A (centrifugeuse) et 1 curie de caesium 137 dans la cellule B (évaporateur). Et ceci, de manière à ce qu'un opérateur situé en zone d'intervention ne puisse être exposé à une quantité de rayonnements supérieure à  $2,5 \text{ m R. h}^{-1}$ .

Pour la construction des murs, la protection a été réalisée à l'aide de briques parce que nous ne disposions que de peu de place, mais surtout parce qu'il était beaucoup plus commode d'opérer ainsi avec le nombre de passages de tuyaux et les démontages fréquents (nombreuses interventions puisqu'il s'agissait d'un pilote).

En ce qui concerne le toit, il a été réalisé en plomb (briques posées sur une tôle d'acier) pour la cellule B, tandis que pour la cellule A la protection est assurée par la dalle d'acier supportant la décanteuse pendulaire. Cette dalle est percée d'un trou permettant le passage de l'arbre, tandis qu'un manchon en acier, solidaire de l'arbre assure le chicanage nécessaire à la protection de la zone supérieure.

### 2° - Sécurités

Les sécurités mises en place sur l'installation sont très nombreuses :

- une des principales concerne les transferts pour lesquels on s'est attaché à éviter toute fausse manoeuvre et tout débordement intempestif. Prenons l'exemple du réservoir (4) qui se vidange dans CENDRILLON. Si CENDRILLON est plein, la vidange de (4) est impossible car le niveau maximal de CENDRILLON est supérieur au niveau maximal de (4).

Le niveau supérieur du réservoir (4) étant situé à une cote inférieure à la partie supérieure de CENDRILLON, on stoppe ainsi le débit du siphon (sans le désamorcer pour autant) lorsque les niveaux s'équilibrent dans les deux réservoirs.

Supposons que CENDRILLON contienne un volume sphérique (diamètre intérieur = 0,26 m, volume = 9,2 l). Le niveau maximal acceptable pour CENDRILLON est atteint pour 0,20 m de hauteur de liquide dans la sphère (8 l).

Le volume utile du réservoir (4) sera donc légèrement inférieur (7 litres) si le niveau maximal de (4) est à la cote du point le plus haut de la sphère intérieure, et si l'on vidange (4), lorsque la sphère est vide, le niveau montera de près de 0,18 m lorsque la totalité du réservoir releveur aura été siphonnée et le point le plus bas de (4) sera encore à 1,8 cm au-dessus du niveau atteint dans CENDRILLON.

Les pressions résiduelles, quand on met ce récipient sous vide par l'intermédiaire de la capacité (82) varient de 3,60 m d'eau (réservoir vide) à 4,70 m d'eau (réservoir plein à 7 l).

En ce qui concerne l'amorçage des siphons, et pour éviter les remontées de liquide actif dans les filtres, on utilise un vide limité obtenu par l'interposition d'une capacité de vide de volume V déterminé entre la vanne de mise sous vide de l'ensemble et la V.C.V. Une seconde capacité intermédiaire de volume V située légèrement au-dessus du point haut du siphon permet, quelles que soient les conditions opératoires du siphonnage (densité du liquide et valeur du vide) de maintenir le niveau maximal du liquide au-dessous du filtre.

Dans le cas des prises d'échantillons par air-lift sous vide, le tuyau de retour plonge à une cote inférieure à celle du tuyau de montée, pour éviter, au moment où le réservoir est presque vide, une aspiration brutale vers le séparateur.

Pour les air-lift de transfert, on utilise un éjecteur à eau permettant de faire un vide de 1 mètre de liquide. Dans ces conditions, on réalise une submergence de 40 % et on évite toute remontée de liquide des pots de passage dans les dévésiculateurs.

- un autre aspect important de la sécurité concerne la décontamination.

Les solutions de décontamination des réservoirs empruntent les mêmes canalisations que l'eau déminéralisée.

La plupart des réservoirs sont munis d'un éjecteur à vapeur et d'un circuit de recyclage. Certains possèdent une rampe de décontamination ordinaire (l'opération de décontamination est décrite en annexe au chapitre VIII).

La double enveloppe de la centrifugeuse possède son appareillage propre de décontamination.

- des bacs de rétention sont disposés dans les cellules A et B sous l'appareillage. Ils comportent un point bas relié à un siphon de sol où sont recueillis les liquides pouvant éventuellement provenir de fuites de l'appareillage ou de la décontamination extérieure des réservoirs. Un dispositif de reprise permet de recycler directement ces liquides soit dans un camion citerne, soit dans les cuves de stockage.

- il existe sur la décanteuse pendulaire une série de sécurités "par verrouillage". Ainsi l'alarme "niveau trop haut" interdit la remontée des sondes tandis que les sondes en position basse interdisent la mise en rotation.

Toutes les rampes relevables (pH mètre, endoscope, siphons, rampe à gaz, prise d'échantillons, canne pyrométrique etc...) sont verrouillées automatiquement en position haute par des vérins auxiliaires pour éviter toute fausse manoeuvre.

La position basse de ces appareils interdit la mise en route de la décanteuse.

En position basse, les sondes descendues dans la décanteuse verrouillent la mise en route. La remontée de ces sondes est impossible si la décanteuse contient plus que son volume utile de 80 litres.

- les réservoirs importants constituant l'appareillage chimique sont munis de sondes électriques auxquelles les circuits de transfert sont asservis, évitant ainsi tout risque de débordement intempestif de liquides.

- les vannes installées sur les circuits d'arrivée de réactifs ainsi que les vannes de vapeur sont doublées, tandis que les canalisations de fluides alimentant l'appareillage en zone active ne sont pas reliées directement au réseau général.

- les organes électriques de contrôle et de commande sont réalisés en installation basse tension.

- des chambres d'ionisation contrôlent en permanence les zones de manipulation et d'intervention.

## VI - COMMANDE - MESURE - REGULATION - CONTROLE

### 1° - Mesure des niveaux

#### a) Niveaux indicateurs simples par sondes électriques

Ils sont réalisés à l'aide d'un appareil DINEL comportant une sonde polythène à 7 conducteurs et un indicateur de niveau au pupitre.

Ils sont installés sur les appareils (1), (12), (13), (14), (20).

#### b) Niveaux indicateurs par sondes électriques munis d'alarmes

Ils sont réalisés à l'aide d'un DINEL avec sonde polythène à 7 conducteurs et alarme basse lorsque la sonde inférieure est découverte.

Ils sont installés sur les appareils (3), (5), (10), (11), (2).

Sur la décanteuse (2), une seconde alarme (niveau haut 80 litres atteint) verrouille la remontée des sondes de niveau, ce qui interdit par suite le démarrage du moteur entraînant la décanteuse.

#### c) Niveaux alarmes point haut

Ils sont réalisés par une sonde électrique déclenchant une alarme, lorsque le niveau liquide est atteint sur les appareils (4) et (31).

#### d) Niveaux indicateurs pneumatiques (par bulle à bulle)

- sur le réservoir (21) au moyen d'une seule insufflation d'air  
- sur l'évaporateur (30) au moyen de deux insufflations d'air et avec deux alarmes de niveau (niveau trop haut et niveau inférieur à 7 litres)

### 2° - Mesure des débits

#### a) Rotamètres à lecture directe

Ils sont installés sur les appareils (6), (7), (23), (32), (34) .

#### b) Régulateur de débit à diaphragme

Il est installé pour la mesure et la régulation du débit de vapeur de chauffe de l'évaporateur (30) avec indication du débit de vapeur.

### 3° - Mesure des températures

#### a) Sondes de température à résistance

Elles sont installées sur les appareils (2), (10), (32), (30). Pour ce dernier, deux mesures : température de la vapeur de chauffe et température dans l'évaporateur.

Ces températures sont enregistrées sur un appareil MECI à 6 directions. La sonde à résistance sur la décanteuse (2) est relevable.

#### b) Sondes à réponse rapide avec alarme

Elles sont installées sur les appareils (22) et (40).

Une température trop élevée sur (40) verrouille la commande des éjecteurs (41) à (45).

#### c) Thermomètres à lecture directe

Ils sont installés sur les appareils (32) et (33).

### 4° - Mesure des pressions

Cette mesure est réalisée sur l'évaporateur (30) à l'aide de l'insufflation supérieure dans l'évaporateur.

La mesure s'effectue par lecture directe sur un manomètre local.

### 5° - Mesure des densités

Elle est effectuée pneumatiquement par transmetteur différentiel à membrane par insufflation d'air, dans l'évaporateur (30). La lecture est effectuée au pupitre sur l'indicateur de densité.

### 6° - Mesure des pH

Les mesures de pH sont effectuées dans la centrifugeuse (2) au repos.

Les électrodes sont mises en place à distance et pour la lecture, on dispose d'un enregistreur potentiométrique.

### 7° - Pupitre de contrôle et de commande

Tous les appareils de contrôle, indicateurs et enregistreurs, sont montés sur la face avant d'un tableau de contrôle. Les organes de commande des vannes pneumatiques et de la décanteuse, sont montés sur une platine de commande située en face avant du tableau de contrôle.

a) Commande des vannes V. C. V

Elle s'effectue à l'aide d'un bouton poussoir à position maintenue mécaniquement et voyant de mise sous vide incorporé à ce bouton ; signal par fin de course de la V. C. V.

b) Commande des électrovannes de mise sous vide des capacités

Elle s'effectue à l'aide d'un bouton poussoir à position maintenue mécaniquement et voyant de mise sous tension de l'électrovanne incorporé à ce bouton.

c) Commande des vannes pneumatiques

Elle s'effectue à l'aide d'un bouton poussoir à position maintenue mécaniquement et voyant d'ouverture de vanne pneumatique incorporé à ce bouton, signal par fin de course de la vanne pneumatique.

d) Commande des distributeurs rotatifs

La rotation de chaque distributeur s'effectue à l'aide d'un bouton à impulsion. Si l'on désire arrêter le distributeur dans une position, on lâche le bouton de commande après que le distributeur est passé sur la position précédente.

8° - Fonctionnement de la décanteuse

Il est possible de réaliser séparément chacune des phases suivantes, en appuyant sur les boutons de commande correspondants :

1 - Homogénéisation ou remise en suspension du précipité décanté

On effectuera cette opération :

- soit pour homogénéiser un mélange de plusieurs réactifs devant amener une précipitation.
- soit pour décoller le précipité centrifugé et le remettre en suspension par pulvérisation de liquide sur les parois de la décanteuse.

On appuie sur le bouton poussoir "homogénéisation" et on réalise ainsi automatiquement, 5 fois de suite, la séquence suivante : la décanteuse se met en route, le moteur atteint une vitesse de 0 à 200 tours/minute (réglable par action manuelle sur des potentiomètres), puis la décanteuse revient à l'arrêt.

## 2° - Décantation :

On appuie sur le bouton "décantation". La décanteuse démarre, atteint sa vitesse de régime (1500 t/min) au bout de 4 minutes environ. Elle tourne à cette vitesse un temps T 1 déterminé à l'avance par une minuterie (entre 0 et 30 minutes). L'arrêt se produit avec freinage progressif et débrayage possible du freinage en fin d'opération pour laisser la décanteuse s'arrêter sur sa lancée.

## 3° - Dissolution du précipité :

On appuie sur le bouton "dissolution". La machine effectue automatiquement 5 cycles identiques à celui décrit en 2 à cette différence près que la durée T 2 d'une séquence à la vitesse de régime peut être différente de la durée T 1 dont il est question au paragraphe précédent.

## 4° - Arrêt de la décanteuse :

Un bouton d'arrêt normal permet d'interrompre un cycle.

Il y a un couple de freinage réduit.

5° - Outre les 4 boutons indiqués ci-dessus, on trouve au pupitre 2 autres boutons poussoirs également du type à impulsion :

"Armement" et "retour à zéro".

Un ampèremètre signale l'intensité absorbée dans le moteur.

Un voyant d'alarme signale un niveau anormal dans la décanteuse.

## 6 - Verrouillages : (voir aussi chapitre contrôle)

L'alarme "niveau trop haut" interdit la remontée des sondes.

Les sondes, en position basse, interdisent la mise en rotation.

Les siphons relevables, en position basse interdisent aussi la mise en route de la décanteuse.

## 7° - Organes de commande

On dispose de :

a) - 4 boutons de commande pour les opérations suivantes :

- homogénéisation
- décantation
- arrêt décantation
- dissolution

- b) - 2 commutateurs d'arrêt et remise à zéro pour les opérations suivantes :
  - homogénéisation
  - dissolution
- c) - 2 minuterics réglables de 3 à 60 minutes pour les opérations de :
  - décantation
  - dissolution
- d) - 1 combineur permettant le comptage des 5 cycles de l'homogénéisation
- e) - 1 relais d'homogénéisation avec potentiomètre permettant de régler la vitesse de 0 à 200 t/min.
- f) - 1 relais de zéro avec potentiomètre arrêtant le freinage de la décanteuse

#### 8° - Sécurités de fonctionnement

La décanteuse ne peut tourner que si l'ensemble relevable des sondes est au point haut, et que si l'ensemble relevable des siphons est au point haut.

#### 9° - Utilisation du diagramme de fonctionnement

Le temps est porté en abscisse sans souci d'échelle.

Si dans le déroulement de la séquence, la durée d'une opération est significative, elle est mentionnée en toutes lettres sur le diagramme.

En ordonnée, est portée la liste de tous les appareils à commander en fournissant des ordres, des autorisations.

Dans la colonne d'extrême gauche est indiquée la position de l'appareil correspondant lorsque, sur la même ligne horizontale, est représenté un trait fort.

Pendant le temps de passage d'un appareil d'une position à l'autre, la ligne horizontale est en trait fort interrompu.

Sur chaque ligne verticale correspondant à un instant donné, peuvent figurer quatre sortes de signes.

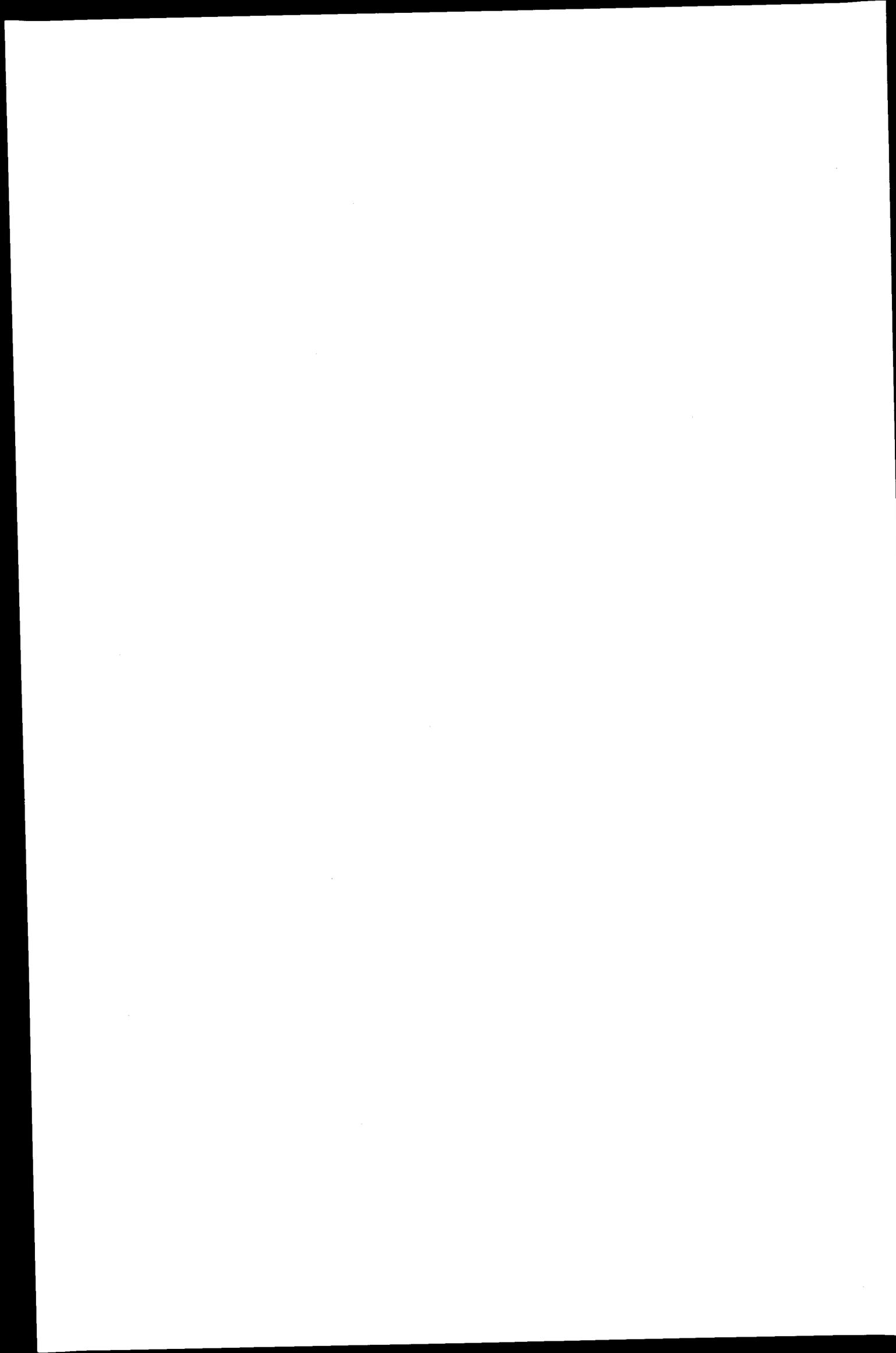
∇ ou Δ signifie que l'appareil désigné sur la même horizontale, de par sa position donne dans la direction de la flèche un ordre à un ou plusieurs autres appareils.

O signifie que l'ordre donné à cet instant est autorisé par la position de l'appareil désigné sur la même horizontale que le rond clair.

X signifie que l'ordre donné à cet instant n'est pas exécuté à cause de la position de l'appareil désigné sur la même horizontale que cette croix.

● est placé sur la même horizontale que l'appareil à commander.

Si, au même instant plusieurs appareils sont commandés par le même ordre, mais ne dépendant pas des mêmes autorisations ou interdictions, chaque rond noir sera numéroté et son numéro reporté sur les ronds clairs et les croix lui correspondant.



(No

2



## VII - BILAN D'EXPLOITATION

Les détails et les résultats des essais chimiques réalisés dans cette installation pilote sont publiés dans les rapports EURATOM suivants :

EUR 2535

EUR 3299

EUR 3451

EUR 3473

Nous pouvons de plus préciser certains points.

A - Dans le traitement des solutions de produits de fission provenant de combustibles non alliés, l'emploi d'une centrifugeuse a permis les modifications suivantes du schéma de traitement :

1 - le lavage sulfurique après fixation est remplacé par un lavage à l'eau, ce qui est rendu possible par l'utilisation d'une sucette pour prélever le surnageant de lavage en cours de centrifugation.

2 - la distillation de l'ammoniaque est obtenue dans la centrifugeuse lors de l'agitation en milieu barytique. Par suite, le passage en évaporateur est supprimé, ce qui constitue une amélioration très importante du procédé.

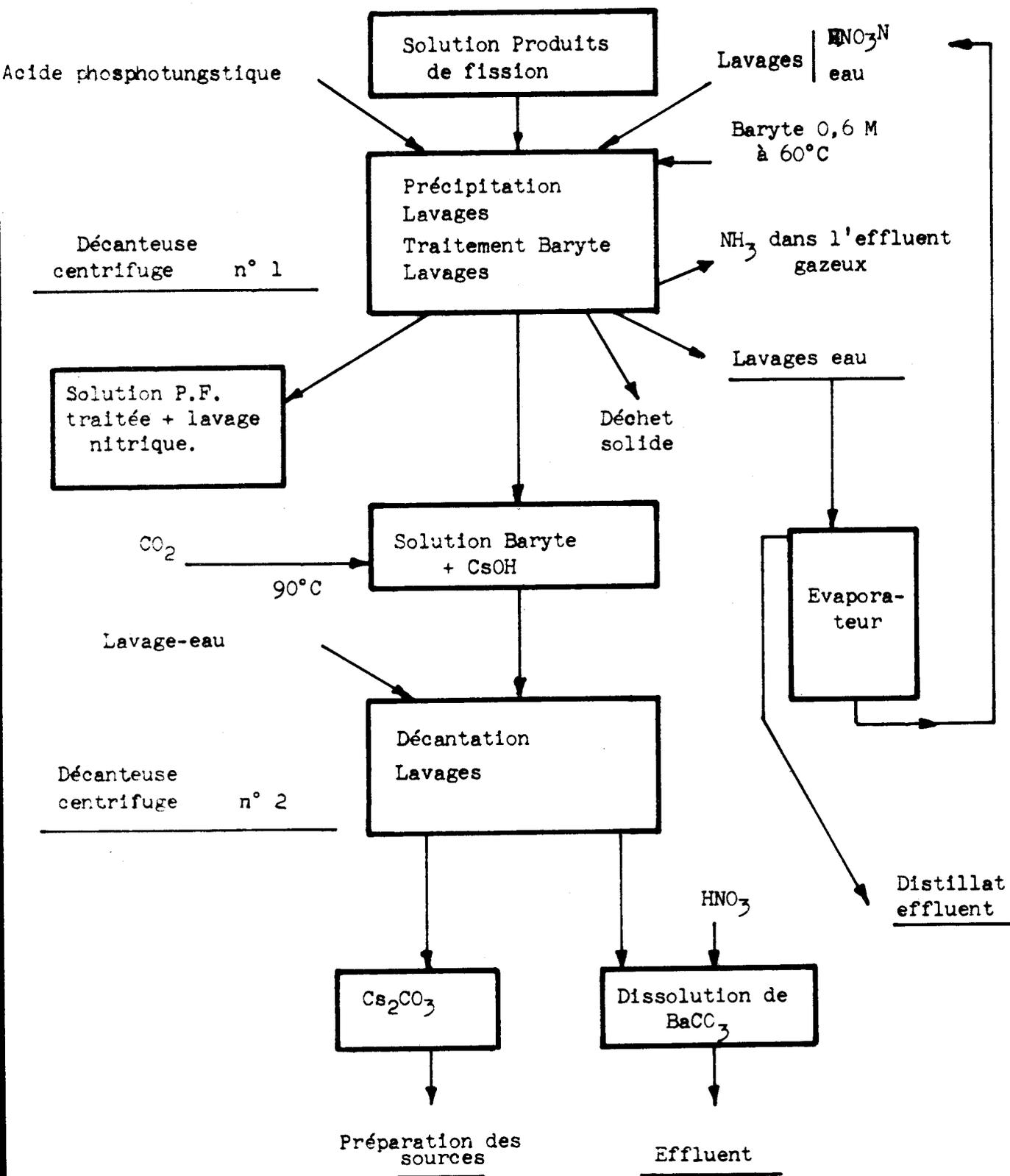
3 - en réduisant les volumes de traitement par rapport aux volumes de produits de fission initiaux, on est conduit à une accumulation de plusieurs opérations de précipitation qui peut être réalisée :

- soit par précipitation de lots successifs dans la centrifugeuse
- soit par précipitation unique dans un récipient de grande dimension et accumulation par centrifugations successives dans la même centrifugeuse.

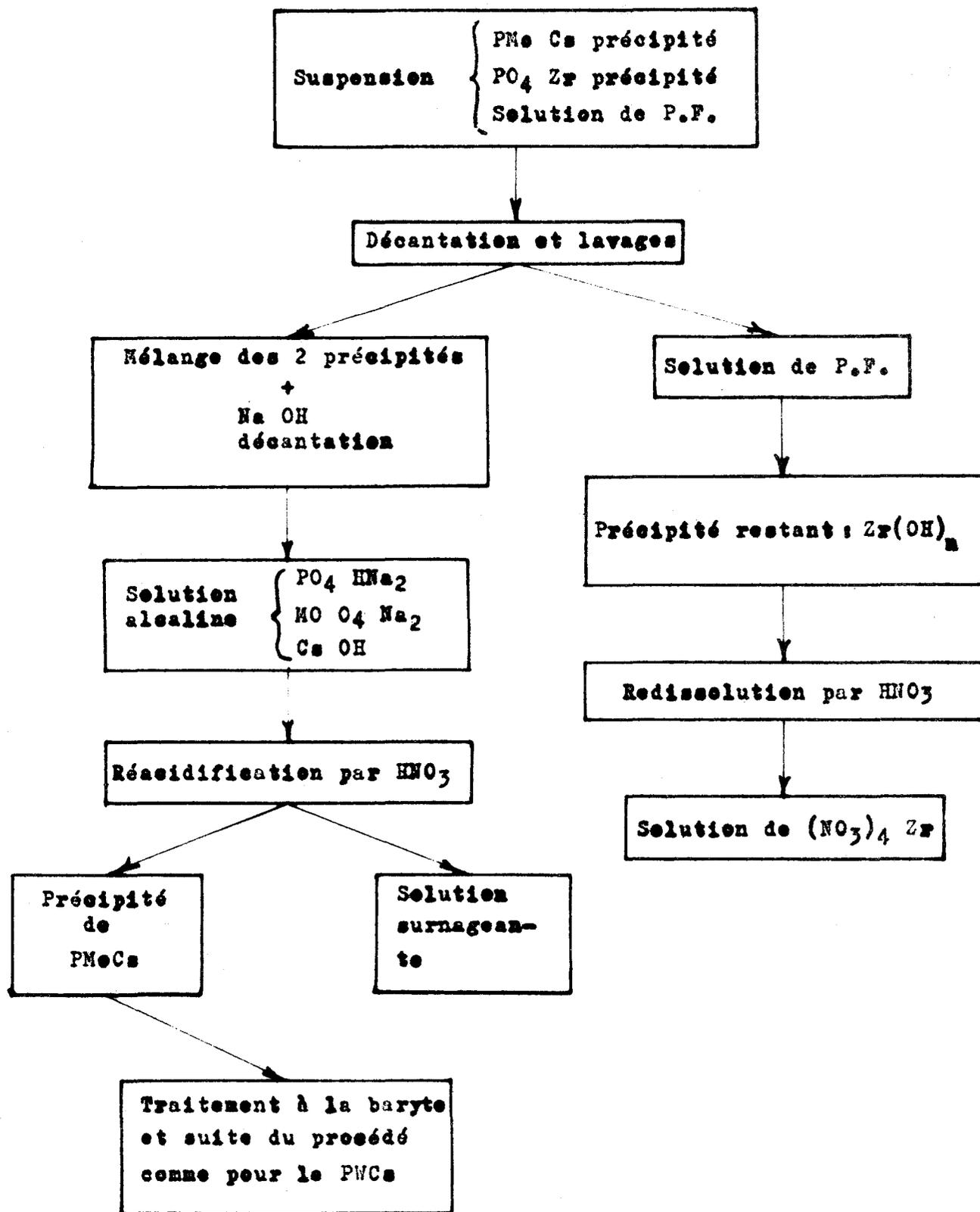
B - Dans le traitement des solutions de produits de fission provenant d'alliages uranium-molybdène, l'emploi de la centrifugation a permis de mettre au point le schéma de traitement en vérifiant les différentes étapes. On a pu ainsi établir que le traitement du phosphomolybdate de caesium ne posait pas de gros problème chimique par rapport au traitement du phosphotungstate.

C'est aussi au cours de ces essais qu'on a pu faire toutes les remarques technologiques sur l'installation et remédier à certains inconvénients (freinage de la centrifugeuse, adjonction d'une dynamo tachymétrique sur l'arbre, commande des éjecteurs à eau, régulation sur la vapeur, sélection des réservoirs de stockage etc...).

Certains défauts inhérents à l'étude de l'appareillage n'ont pu être modifiés (c'est le cas par exemple du volume mort résiduel de la centrifugeuse, ou du profil de la tête de sucette) mais ont permis d'étudier leur influence et nous ont donné des renseignements pour une étude future éventuelle.



A - Schéma de traitement des solutions de produits de fission  
(combustible : uranium non allié)



B - Schéma de traitement des solutions de produits de fission  
(Combustible : alliage uranium - molybdène)

VIII - ANNEXE I - DESCRIPTION D'APPAREILLAGES  
UTILISES DANS L'INSTALLATION

- 1 - Centrifugeuse pendulaire DP 800
- 2 - Siphon relevable
- 3 - Sucette mobile
- 4 - pH-mètre relevable
- 5 - Système de transfert de liquides radioactifs
- 6 - Introduction des réactifs
- 7 - Prélèvements d'échantillons par capacité de vide
- 8 - Prélèvements d'échantillons par air-lift sous vide
- 9 - Distributeur rotatif à 2 directions
- 10 - Distributeur rotatif à 5 directions
- 11 - Ensemble d'évaporation
- 12 - Soupape à 3 voies, type V. C. V. 5.
- 13 - Indicateur de niveau DINEL
- 14 - Principe de recyclage de décontamination par éjecteur à vapeur

## 1 - CENTRIFUGEUSE PENDULAIRE D. P. 800

L'appareil permet d'effectuer sur des solutions radioactives, les opérations de :

- précipitation chimique,
- clarification des eaux mères par centrifugation,
- lavage du précipité par remise en suspension,
- dissolution du précipité par des réactifs appropriés.

### DESCRIPTION

La centrifugeuse est du type "pendulaire", le plus commode pour placer hors de la protection biologique, les organes de commande.

On peut ainsi facilement accéder au moteur et aux organes de transmission pour des réparations éventuelles ou pour l'entretien régulier. L'écran de protection est constitué par une dalle d'acier percée d'un trou permettant le passage de l'arbre. Un manchon en acier, solidaire de l'arbre assure le chicanage nécessaire à la protection de la zone supérieure.

L'ensemble comporte :

- un bol (3) en acier Z2 NCD 25-20 placé dans un carter étanche (2) en acier Z3 CND 18-12 relié à la canalisation d'effluents par son point bas (1) et comportant latéralement le passage étanche de la sucette (4).

Le carter possède en outre un appareillage propre à sa décontamination.

- un arbre de transmission (7) solidaire du bol et du moteur (9) .

Cet arbre traverse la dalle d'acier de protection (8).

- un couvercle de carter (5)

Ce couvercle étanche en deux parties comporte une cheminée (6) autour de l'arbre pour une prise de ventilation. C'est une pièce délicate possédant tous les raccordements fixes et mobiles de l'appareillage annexe.

- l'appareillage annexe :

a) Sucette

La sucette est employée lorsque la mauvaise tenue de certains précipités sur la paroi du bol, oblige à maintenir une forte accélération de rotation pendant l'évacuation des solutions clarifiées.

Bien que l'utilisation d'une sucette ne soit pas recommandée dans le cas des décanteuses pendulaires particulièrement sensibles aux balourds, nous l'employons sans inconvénient car les précipités ont toujours un faible volume.

b) Siphons

Les siphons de vidange du bol de la centrifugeuse sont relevables et un verrouillage empêche la décanteuse de tourner s'ils ne sont pas en position haute.

c) Rampe de pulvérisation

Cette rampe relevable et verrouillable sert à l'introduction de réactifs, de  $\text{CO}_2$  ou de vapeur. Elle est constituée par une tuyauterie légèrement inclinée, plongeant dans la décanteuse et perforée de trous dirigés vers le précipité à remettre en suspension.

Lorsque la décanteuse tourne à faible vitesse, ces jets de liquide décollent le précipité de la paroi et l'entraînent vers le fond du bol. Pour obtenir une bonne répartition des points d'impact sur la paroi du bol et éviter de laisser des morceaux de précipité non décollés on a dû pratiquer des trous de 1 mm disposés de 5 en 5 mm ; on obtient ainsi un bon lavage de la paroi au bout de 2 à 3 minutes en utilisant 20 à 30 litres d'eau à une pression de quelques centaines de grammes.

d) pH-mètre

Lorsque la décanteuse tourne, le pH-mètre est en position haute. La descente est commandée à distance après arrêt de la décanteuse. Un treuil de remontée permet le remplacement des électrodes, tandis que leur lavage est effectué après chaque utilisation à l'aide d'une rampe d'arrosage.

e) Sondes de niveau

Une tête de sonde comportant 7 conducteurs peut être descendue dans la décanteuse. En position basse, elle verrouille la mise en route de la décanteuse. La remontée de ces sondes est impossible si la décanteuse contient plus que son volume utile de 80 litres. Pour leur remontée, les sondes de niveau sont associées à un siphon relevable.

f) Prises d'échantillon

Les prises d'échantillon sont effectuées par air-lifts sous vide. Le relevage des tubulures est groupé avec celui de l'arrivée de  $\text{CO}_2$ .

g) Endoscope

Un endoscope permettant d'observer l'allure du précipité peut être relevé au moyen d'un treuil.

## CARACTERISTIQUES

La capacité du bol de la centrifugeuse est de 80 litres (minimum pour un appareillage industriel). On peut y traiter 5 à 10 litres/heure de solution active selon le procédé chimique d'extraction du caesium.

La vitesse maximale est de 1.500 tours/minute mais un jeu de transmissions et démultiplications nous permet de disposer d'une certaine latitude pour le nombre de g.

Le moment d'inertie moyen est de  $200 \text{ kg/m}^2$ . Le couple résistant (frottement, ventilation) est environ de 14 mN tandis que celui du moteur est de 2 mN.

Le freinage est progressif et un débrayage du freinage permet de laisser la décanteuse s'arrêter sur sa lancée. Le couple de freinage est très réduit.

La pente au fond du bol ramène le liquide, en fin de vidange dans une rainure circulaire où se trouve le point bas du siphon de vidange, afin d'obtenir un volume mort minimal.

Enfin, une gorge à la partie supérieure du bol, permet à la sucette mobile d'éliminer le maximum d'eaux-mères clarifiées sans entraîner le précipité.

## FONCTIONNEMENT

Il est possible de réaliser séparément chacune des phases suivantes, en appuyant sur les commandes correspondantes :

### 1°) Homogénéisation ou remise en suspension du précipité décanté

On réalise ainsi automatiquement 5 fois de suite la séquence suivante :

- mise en route de la décanteuse,
- vitesse atteinte de 0 à 200 tours/minute (réglable par potentiomètre),
- arrêt de la décanteuse.

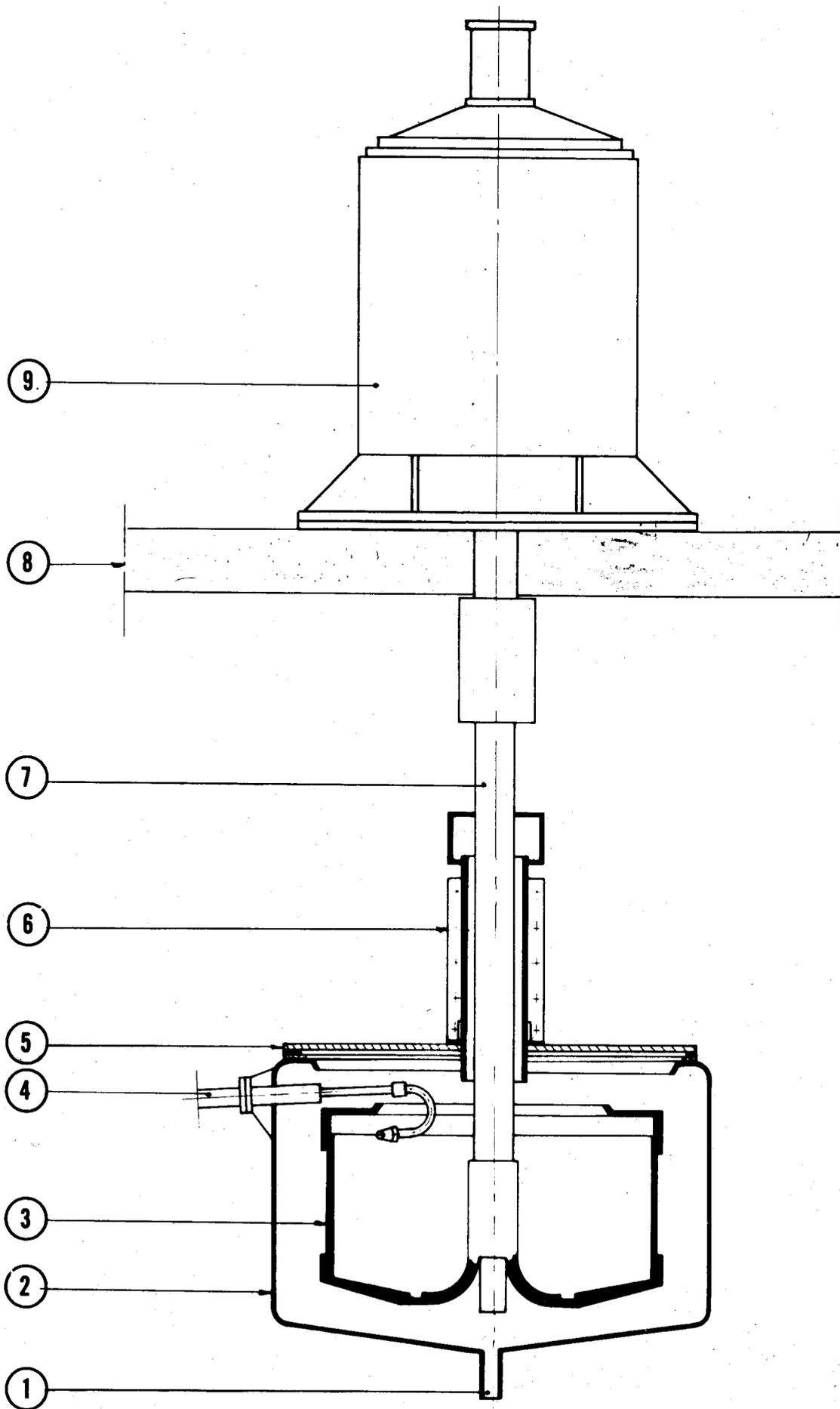
### 2°) Décantation

On réalise ici les opérations suivantes :

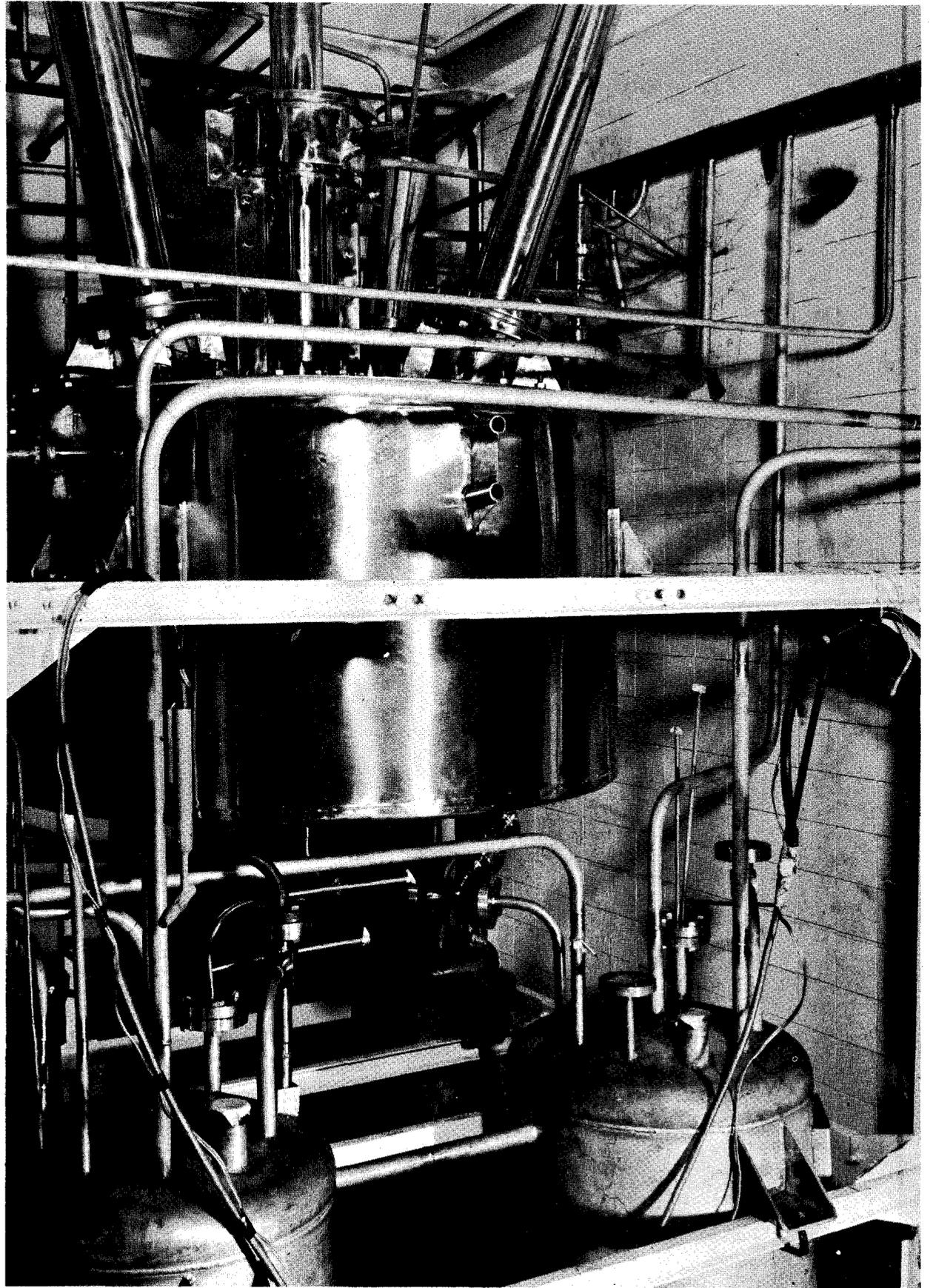
- mise en route de la décanteuse,
- vitesse de régime (1.500 tours/minute) atteinte en 4 minutes,
- fonctionnement à 1.500 tours/minute pendant un temps prédéterminé par une minuterie (0 à 30 minutes)
- arrêt de la décanteuse avec freinage progressif et débrayage en fin d'opération pour laisser le bol s'arrêter sur sa lancée.

3°) Dissolution du précipité

Dans ce cas, la séquence de fonctionnement est constituée de 5 cycles successifs et identiques au cycle précédent. Toutefois, dans ce cas, le réglage de la minuterie est différent.



**CENTRIFUGEUSE PENDULAIRE**



Centrifugeuse pendulaire et sa double enveloppe

## 2 - SIPHON RELEVABLE

Ce dispositif télécommandé permet le transfert de liquides radioactifs hors d'une centrifugeuse.

### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

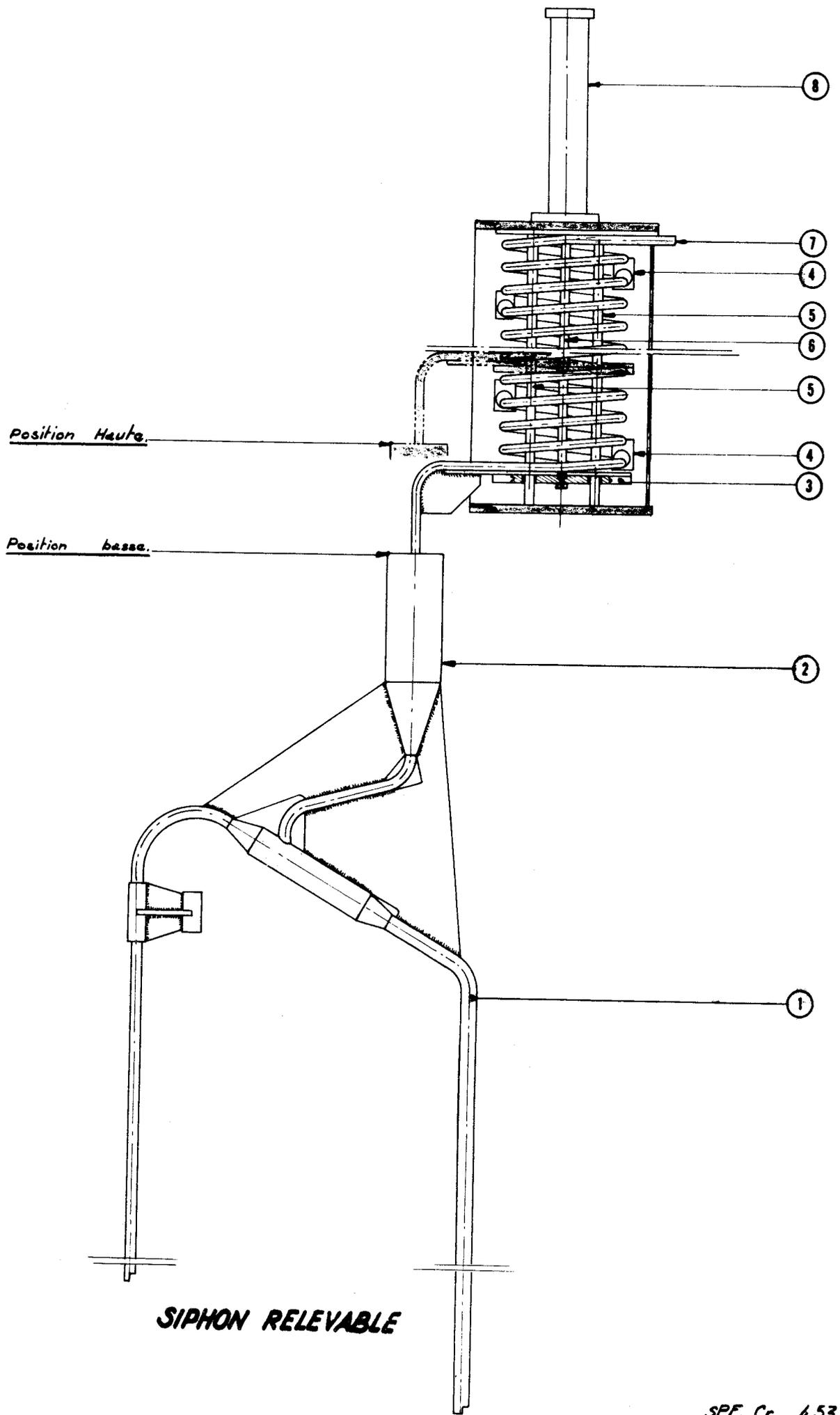
- le siphon (1) dont la partie supérieure est reliée au circuit de vide par l'intermédiaire d'une capacité de garde (2) et d'un tube (7),
- le tube (7) en forme de serpentín pouvant se comprimer comme un ressort, l'écartement des spires étant limité par des butées entretoises (4),
- le vérin (8) dont la tige (6), traversant le serpentín, est solidaire d'un plateau (3) coulissant sur des colonnes-guides (5),
- la capacité de garde (2) située légèrement au-dessus du point haut du siphon, pour limiter les remontées intempestives éventuelles de liquide radioactif vers les filtres et le circuit de vide.

### FONCTIONNEMENT

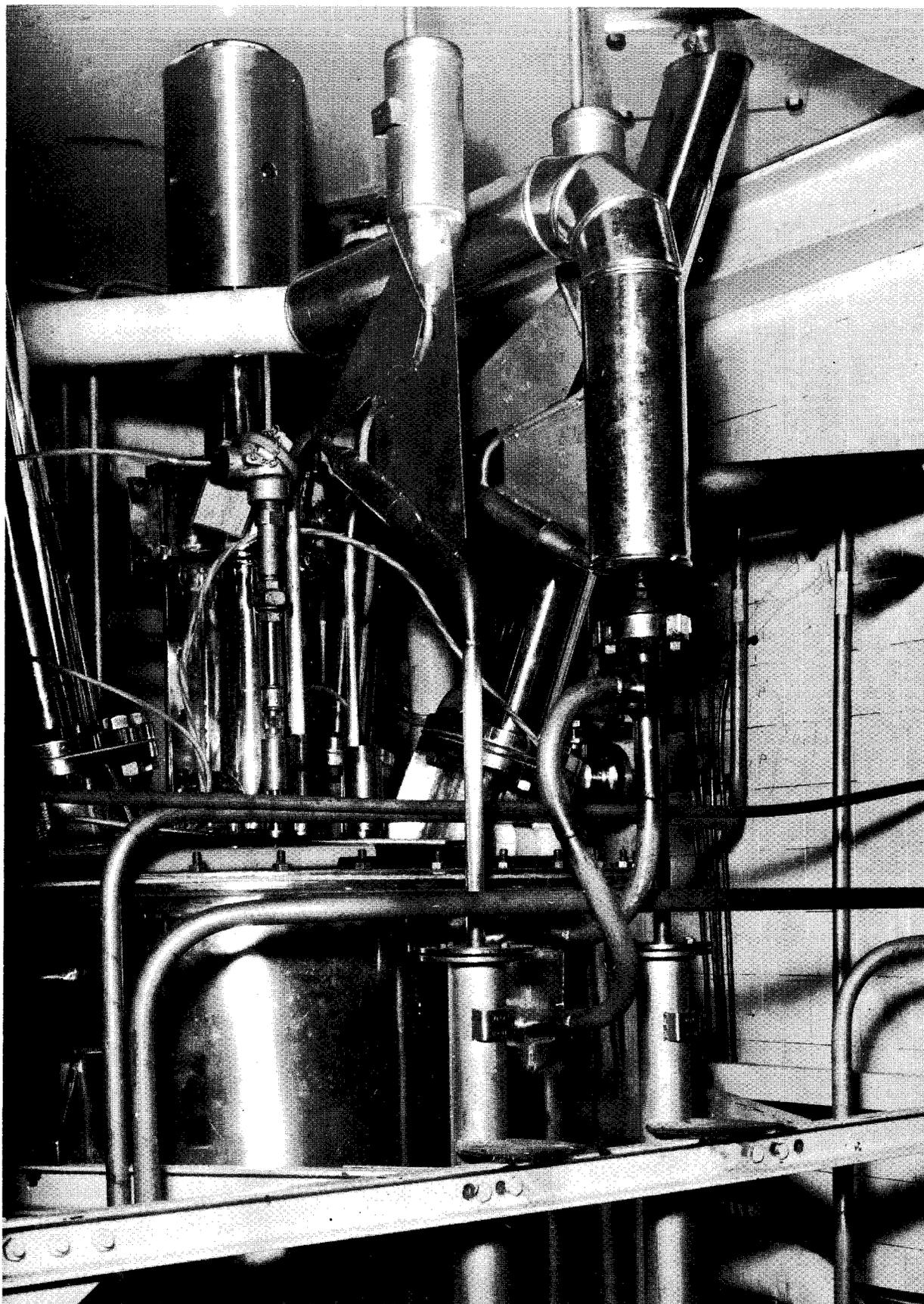
Pendant le fonctionnement de la centrifugeuse, l'ensemble est en position haute.

Lors d'un transfert de liquide hors de la centrifugeuse, qui est à l'arrêt, on abaisse le siphon en décompressant les spires du tube de mise sous vide.

On met le siphon sous vide à l'aide d'une capacité limitée de vide, et le transfert s'opère.



**SIPHON RELEVABLE**



Centrifugeuse pendulaire - Vue de l'arbre et de son manchon de protection

Au premier plan les deux siphons relevables

### 3 - SUCETTE MOBILE

C'est un dispositif de vidange d'une centrifugeuse en mouvement. Il est télécommandé et destiné à être implanté dans une cellule blindée et étanche pour le transfert de solutions radioactives.

#### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

- un vérin hydraulique (1) dont la commande est réglable, par une pompe à débit variable, entre des butées de fin de course (3),
  - un carter (2) où sont situées les butées (3), et traversé par la tige de vérin supportant le doigt (4) assurant le contact sur les butées,
  - un tube (9) solidaire de la tige du vérin. Ce tube est doublement recourbé à son extrémité et se termine par un embout (10) se plaçant le long de la paroi de la centrifugeuse. Le tube coulisse dans des paliers en graphite (5) et traverse un distributeur rotatif (7), il comporte un trou (8) se déplaçant toujours dans le distributeur rotatif.
- Des joints à double effet (6) en téflon assurent l'étanchéité.

#### FONCTIONNEMENT

La centrifugeuse pendulaire étant en mouvement (1500 tours/minute), la force centrifuge plaque les différentes phases le long de la paroi du bol, par ordre décroissant de densités.

L'énergie cinétique du liquide en rotation permet alors son refoulement dans le tube (9) lorsque l'embout (10) de la sucette pénètre dans la couche liquide contenue dans la gorge supérieure du bol de la centrifugeuse.

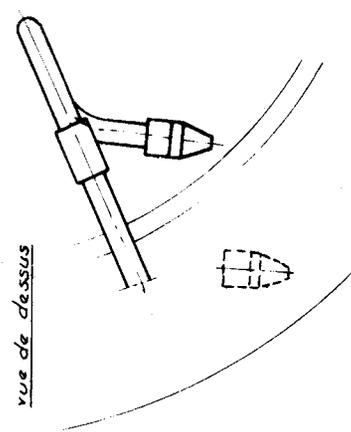
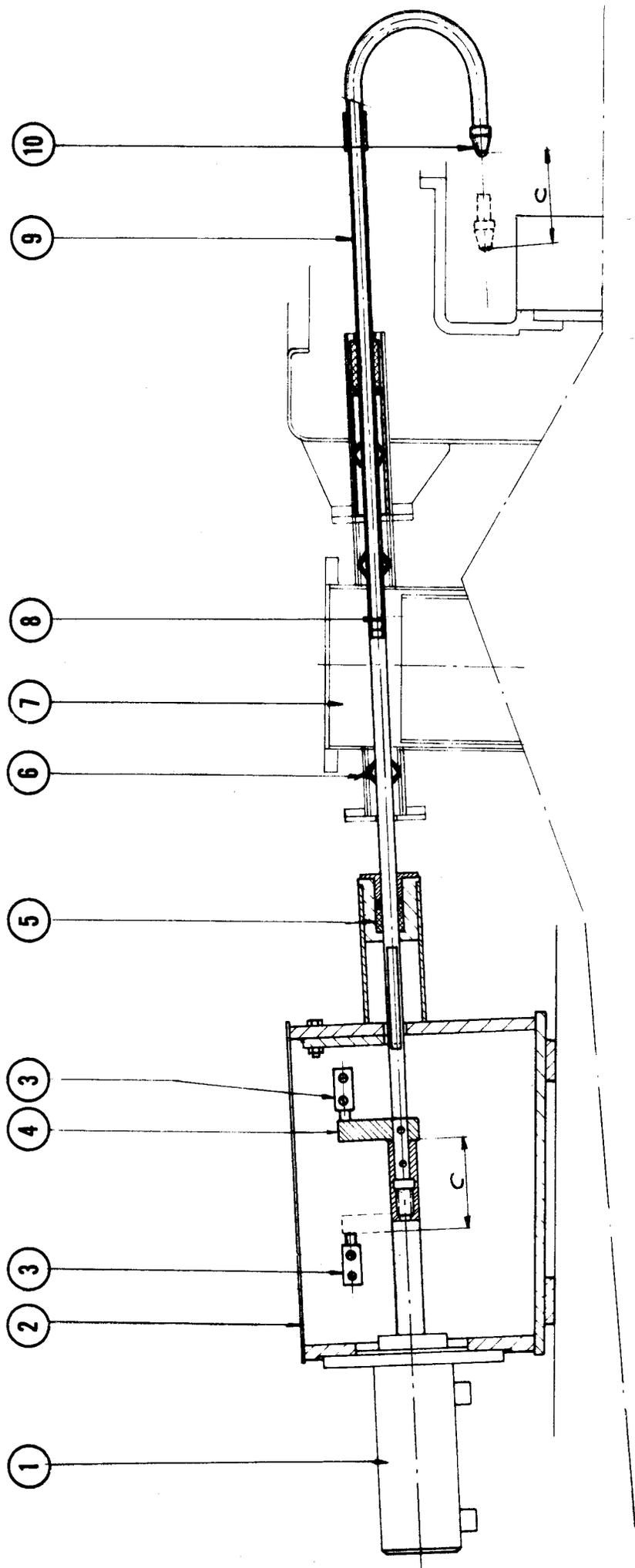
Le liquide est ainsi évacué dans le distributeur rotatif par l'orifice (8).

Au fur et à mesure que la solution claire est éliminée, l'ensemble sucette se déplace de manière à ce que l'embout reste en contact avec la couche liquide - Ce déplacement se fait suivant un programme prédéterminé de la commande du vérin hydraulique.

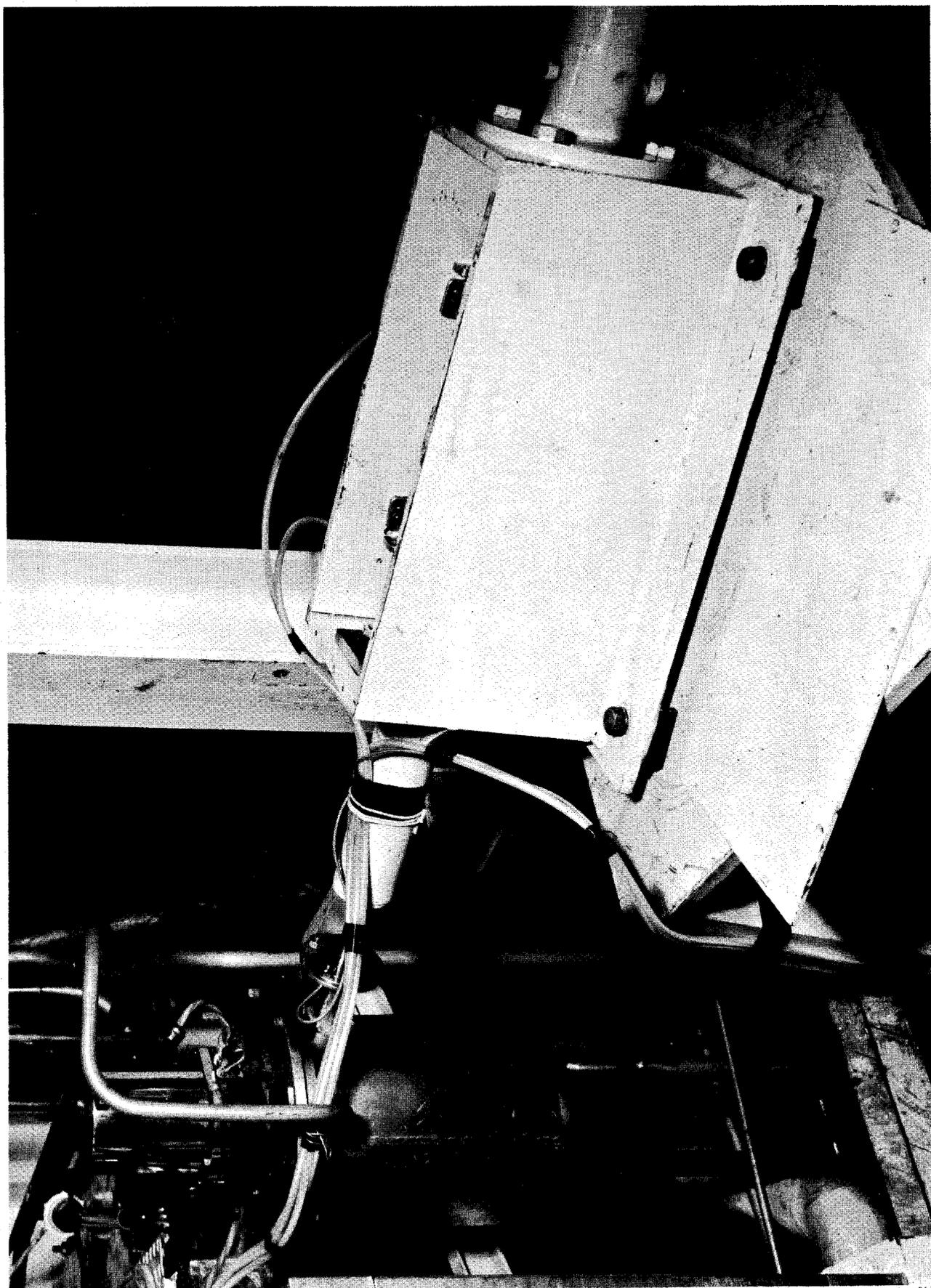
#### REMARQUES

1°) Ce système est indispensable lorsqu'on traite des précipités dont la tenue est mauvaise sur les parois du bol - Il présente aussi l'avantage de séparer rapidement deux phases.

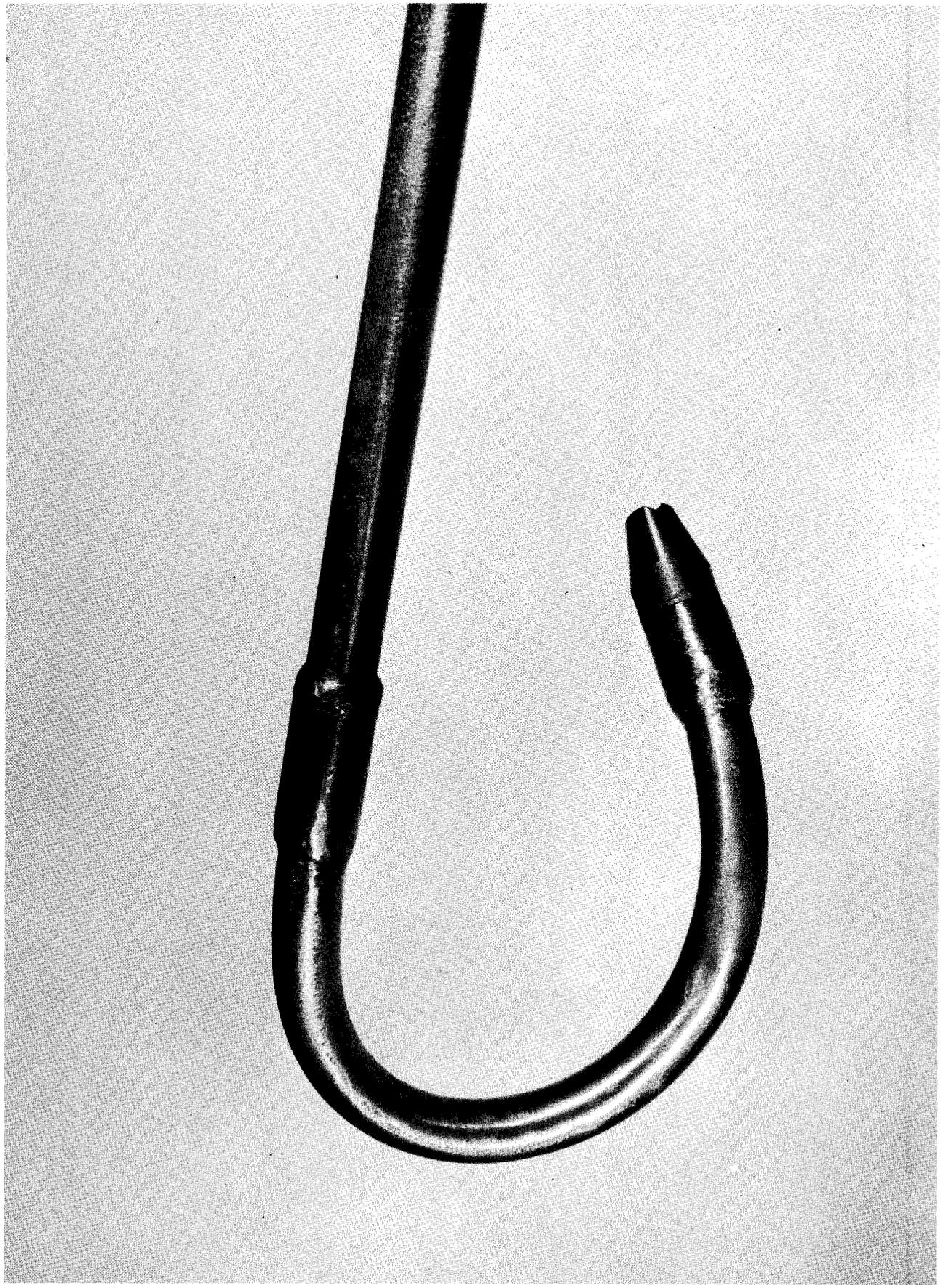
2°) L'embout (10) de la sucette doit nécessairement subir un traitement car l'abrasion par les particules en mouvement est très importante. Ce problème a été résolu avec un embout stellite.



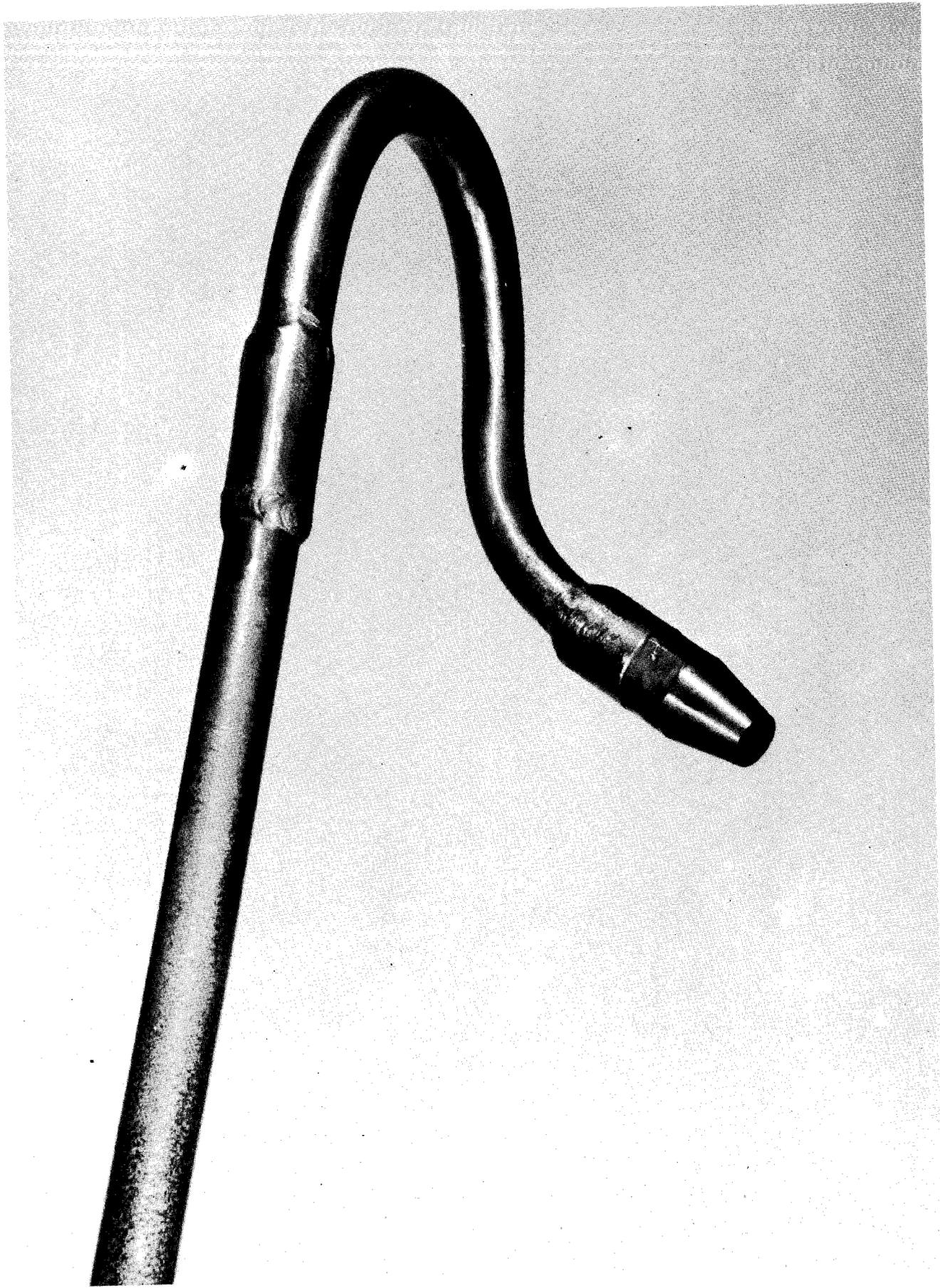
**SUCETTE MOBILE**



Mécanisme de commande du verin de sucette



Embout de sucette - Vue de dessus



Embout de sucette - Vue de dessous

#### 4 - pH-METRE RELEVABLE

Ce pH-mètre est destiné à être installé dans une centrifugeuse pendulaire dont le bol a une capacité de 80 litres.

##### DESCRIPTION

Le dispositif comporte :

- un tube fixe (1) servant de fourreau à l'ensemble relevable.

Ce tube est fixé, d'une part à la cellule étanche et, d'autre part, à la double enveloppe de la centrifugeuse.

- l'ensemble relevable (2) : électrodes et câbles de mesure.

Cet ensemble est monté sur des glissières (3) servant de guide.

- un câble de traction (4) venant s'enrouler sur un treuil (5) par l'intermédiaire des poulies (6) et (7).

- un vérin pneumatique (8) dont la tige est solidaire de la poulie (6).

- un soufflet d'étanchéité (10).

- une rampe de rinçage (11).

##### FONCTIONNEMENT

Les électrodes (2) se trouvent en position basse dans le bol (12) de la centrifugeuse.

Si l'on veut mettre le bol en mouvement, il est nécessaire de remonter les électrodes pendant la rotation.

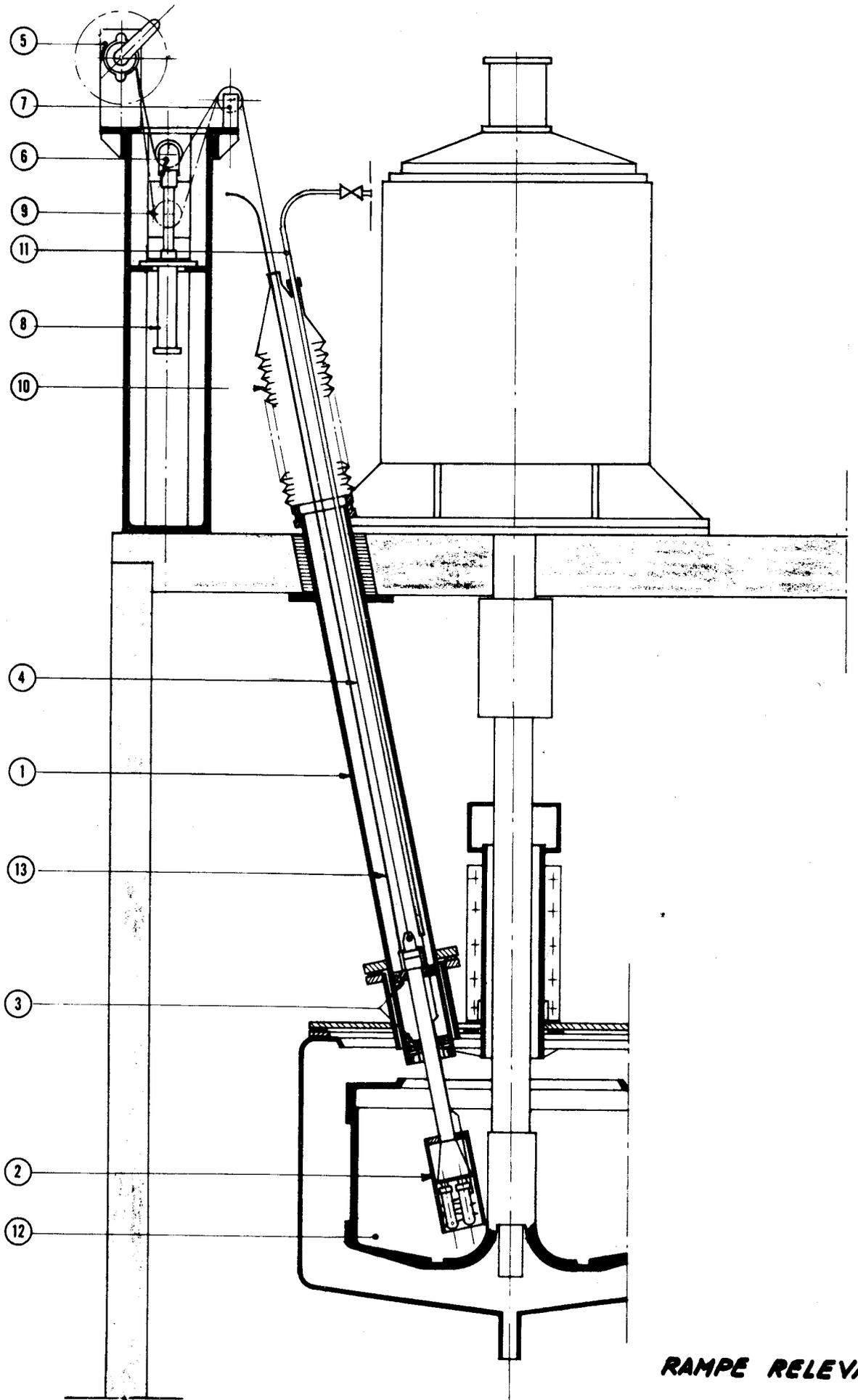
A l'aide du vérin (8), on amène la poulie (6) en position (9). Les glissières (3) coulissent dans le tube (1) et les électrodes (2) solidaires remontent dans le tube (1) libérant ainsi le bol (12).

Un treuil (5) permet la mise en place des électrodes et leur sortie complète du tube pour leur entretien.

Une rampe (11) d'arrivée de liquide permet de rincer les électrodes dans leur fourreau.

#### REMARQUE

Outre le pH mètre, le dispositif peut aussi recevoir un endoscope ou une rampe d'arrivée de gaz. Dans ce cas, les appareils prennent dans le fourreau la place des électrodes.



S.F.S.R. 439

**RAMPE RELEVABLE**

## 5 - SYSTEME DE TRANSFERT DE LIQUIDES RADIOACTIFS

L'ensemble est destiné au transfert d'un liquide radioactif d'un récipient protégé dans un autre récipient protégé. Ce système évite au maximum les contaminations par le liquide.

### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

#### 1°) - Pont de transfert

- deux aiguilles (1) reliées par un tube (2) comportant un point haut
- un fourreau mobile (3) maintenu sorti par un ressort (4) terminé par une membrane (5) et protégeant les aiguilles
- un blindage de plomb protégeant le tube (2)
- un système de vannes pour vide, mise à l'air, et rinçage, placées au point haut du tube (2)

#### 2°) - Goulottes équipant les récipients

Les récipients protégés sont équipés à leur partie supérieure d'une pièce métallique (6) soudée sur un tube plongeur du récipient et dite "goulotte".

Cette goulotte comporte :

- une collerette (7) permettant de la fixer solidement sur la protection
- trois tétons (8) situés entre la goulotte et sa collerette, et l'ensemble est surmonté d'une pièce comportant :
  - un corps métallique (9)
  - des trous de préhension (10)

- une membrane souple sertie dans une pièce métallique (11) et constituée d'une feuille épaisse (12) de latex sous laquelle est collée une feuille mince (13) de perbunan
- des encoches baïonnette s'accrochant dans les tétons (8) de la goulotte

#### FONCTIONNEMENT

Le pont de transfert ayant un entraxe des aiguilles (1) bien déterminé, se pose sur les orifices des deux récipients, l'entraxe de ces orifices étant identique à celui des aiguilles.

Le fourreau (3) vient en appui sur les parties supérieures des goulottes. Sous le poids du pont, les aiguilles (1) perforent les membranes souples (5) (12) (13) ; on fait alors le vide dans le tube (2) soit pendant l'ensemble du transfert, soit uniquement pour l'amorçage du siphon suivant les positions relatives des récipients.

Le transfert de liquide étant terminé, et le pont ayant été rincé, le tube (2) est mis à l'air, le pont est soulevé et sous la poussée des ressorts, les fourreaux (3) viennent recouvrir les aiguilles (1).

Le pont est alors mis sur deux récipients, dont les goulottes ont des entraxes identiques. Des transferts et circulation de liquides de décontamination sont alors effectués jusqu'à ce que l'ensemble soit décontaminé.

#### REMARQUES

1°) La partie supérieure de la goulotte est constituée d'une pièce amovible que l'on installe et retire à distance à l'aide d'un outil spécial se plaçant dans les encoches (10). Lorsque l'on installe cette pièce, la partie inférieure (13) de la membrane vient au contact de la partie supérieure de la goulotte (6) et rend le récipient étanche.

- La membrane inférieure (13) en perbunan, résiste bien tant à la corrosion qu'à l'irradiation, tandis que la membrane supérieure (12) en latex, plus épaisse et plus souple, permet la percée de l'aiguille tout en conservant l'étanchéité de l'ensemble au vide de transfert.

- Lors du retrait du pont de transfert l'aiguille est essuyée d'abord par la membrane de la goulotte, et ensuite par la membrane (5) du pont. Enfin l'aiguille s'éclipse derrière cette membrane (5) dans le tube télescopique du pont.

La contamination externe de l'aiguille est ainsi minimale, la dernière goutte éventuelle de rinçage étant retenue par la membrane (5).

- Les surfaces assez larges des membranes évitent l'obligation d'avoir des cotes d'entraxes de récipients assez rigides.

- L'étanchéité de la liaison aiguille-membrane est excellente

- tenue au vide : 600 mm Hg

- tenue à la pression : 1 kg. cm<sup>-2</sup>

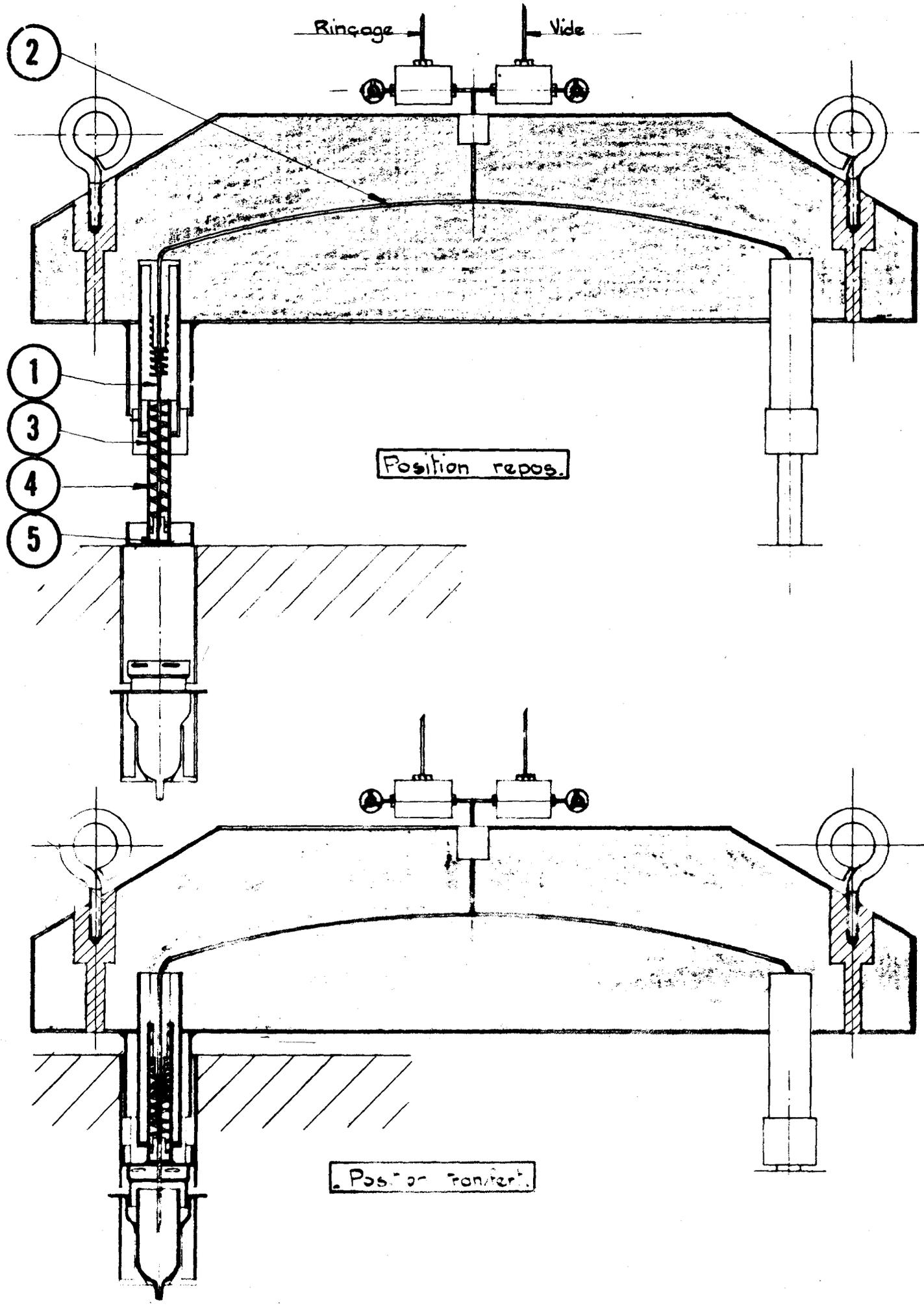
- L'opération de percée et de retrait de l'aiguille peut être effectuée dix fois de suite en n'importe quel endroit de la membrane sans nuire à la tenue du vide de transfert : le caoutchouc se resserre et conserve au récipient une étanchéité quasi parfaite.

- Etant réalisée de façon à avoir un faible prix de revient, la partie supérieure de la goulotte peut être mise au rebut à n'importe quel moment.

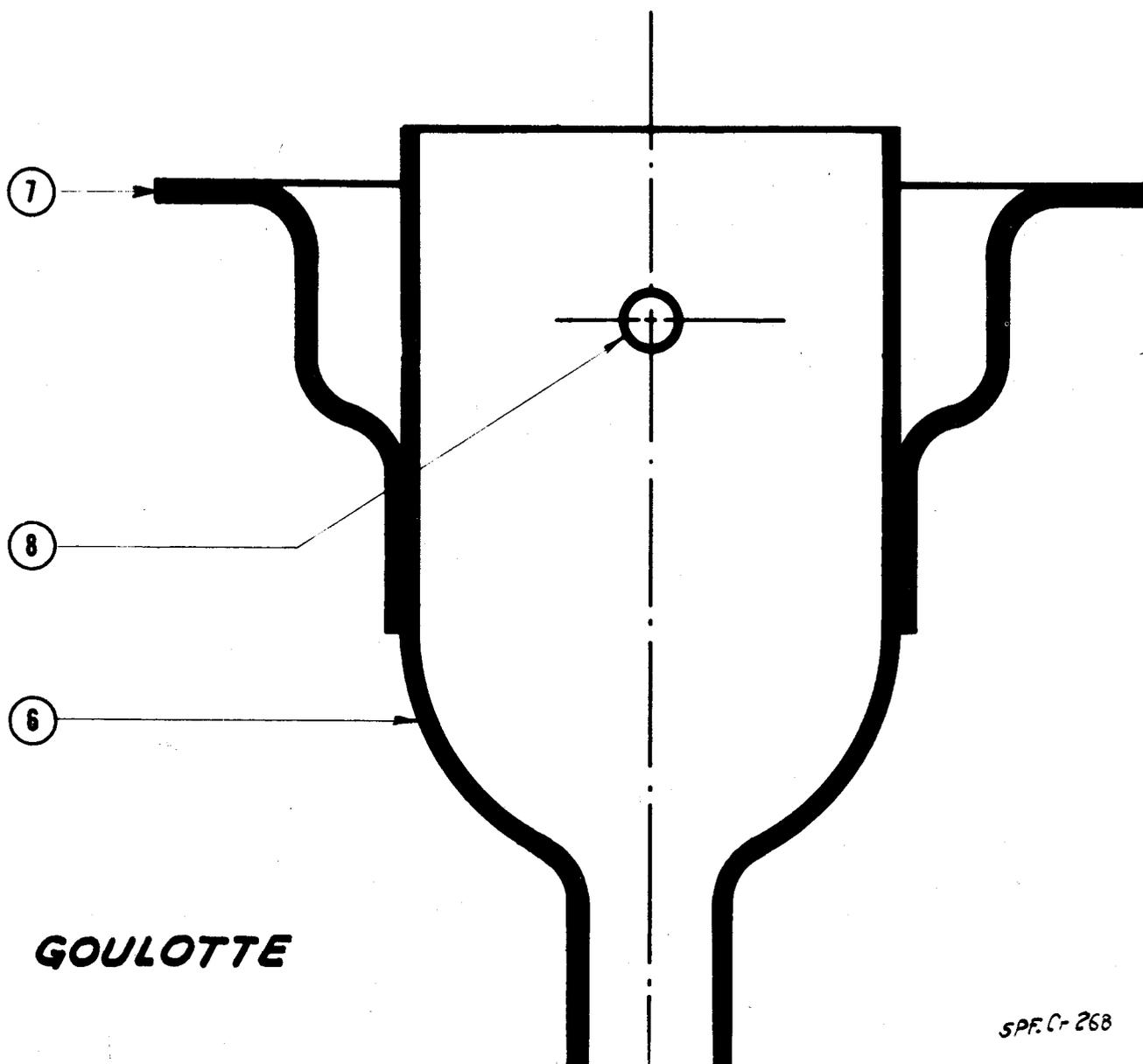
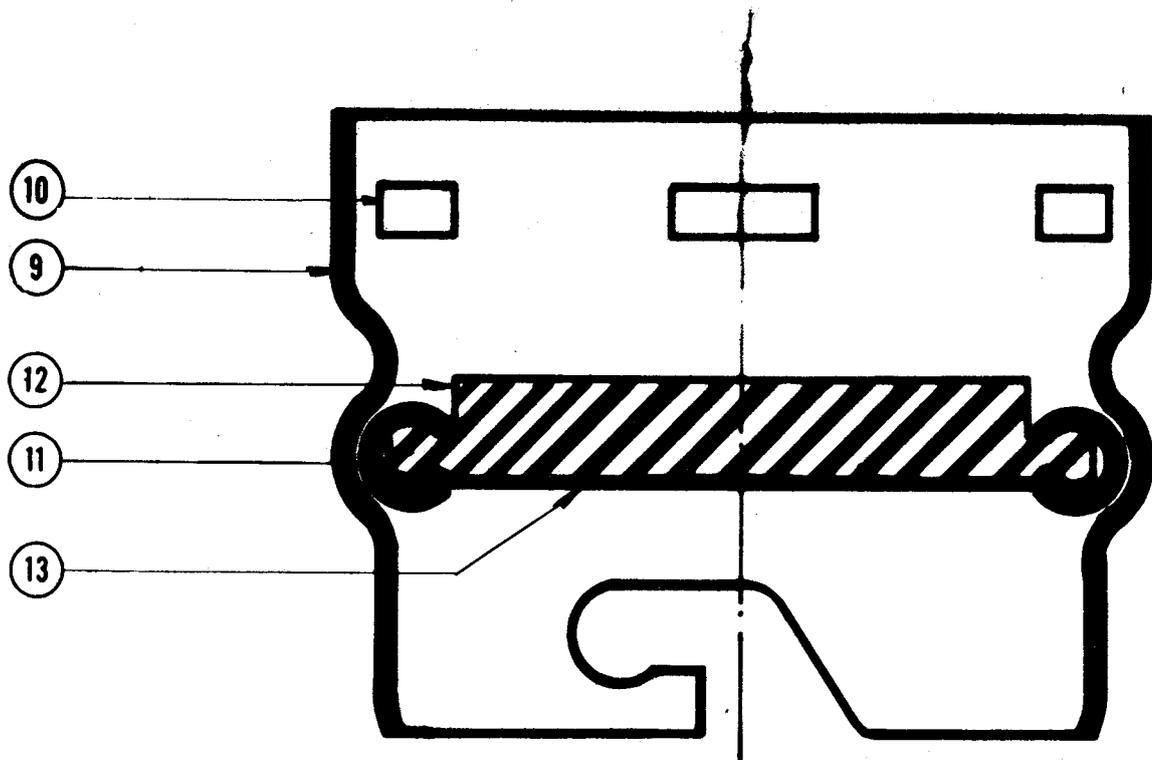
2°) Le blindage du tube (2), ainsi que l'entraxe des aiguilles (1) peuvent être réalisés à différentes cotes en fonction des activités de liquides et de la disposition des récipients.

3°) Les aiguilles (1), le fourreau (3), le ressort (4) et le joint (5) sont facilement interchangeables.

4°) L'opération de transfert peut être effectuée à distance avec un pont roulant télécommandé.

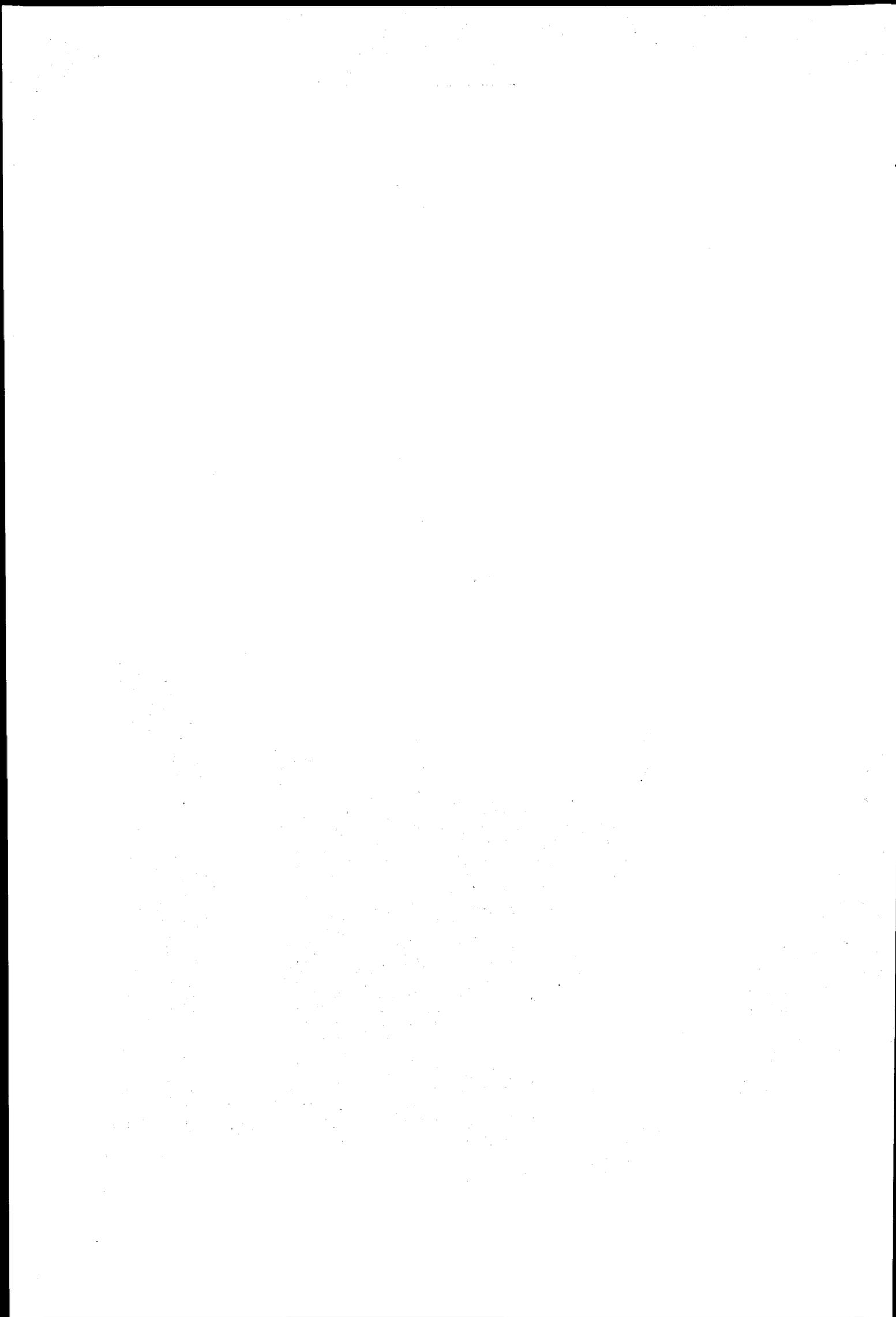


PCNT DE TRANSFERT



**GOULOTTE**

SPF.C-268

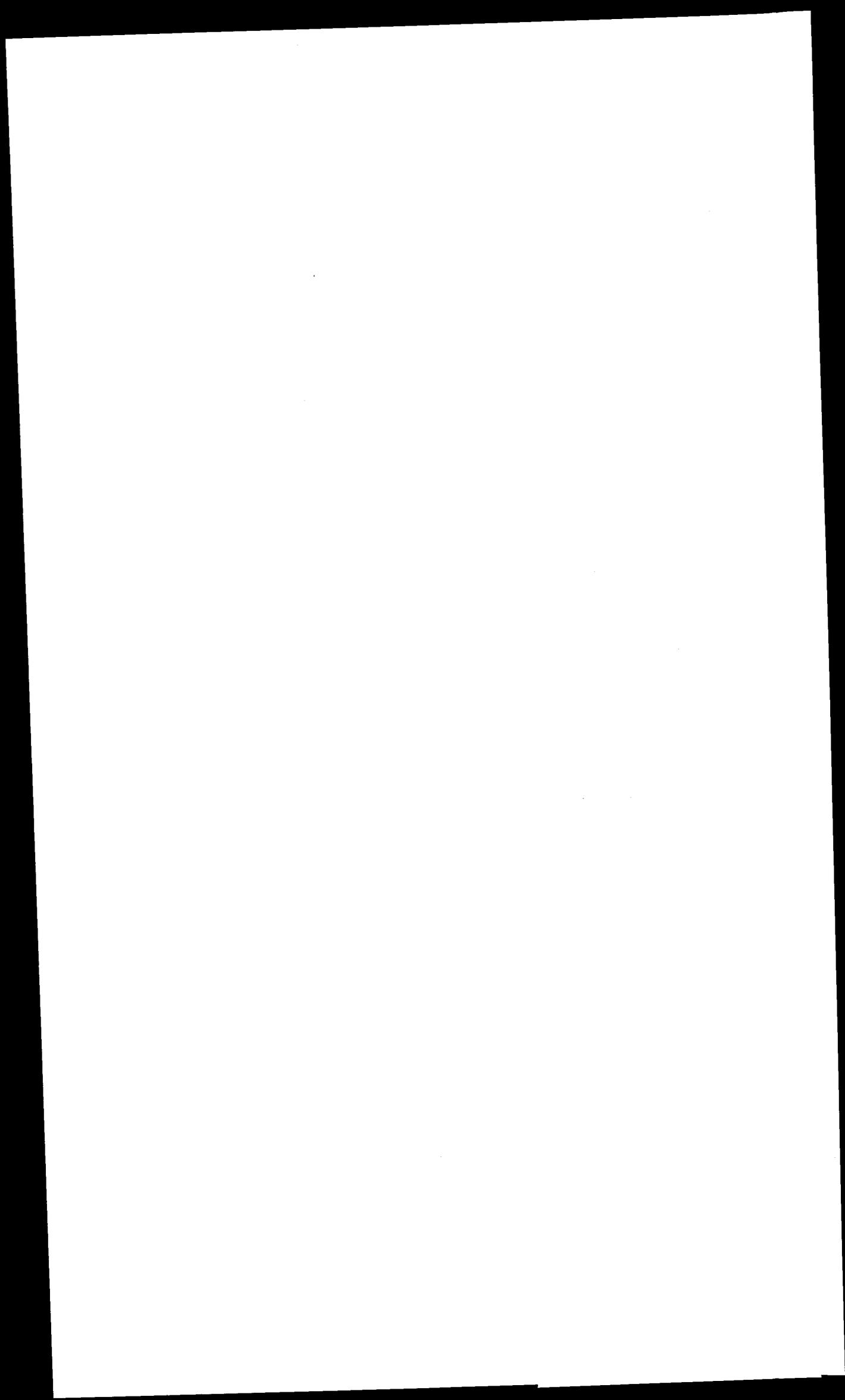


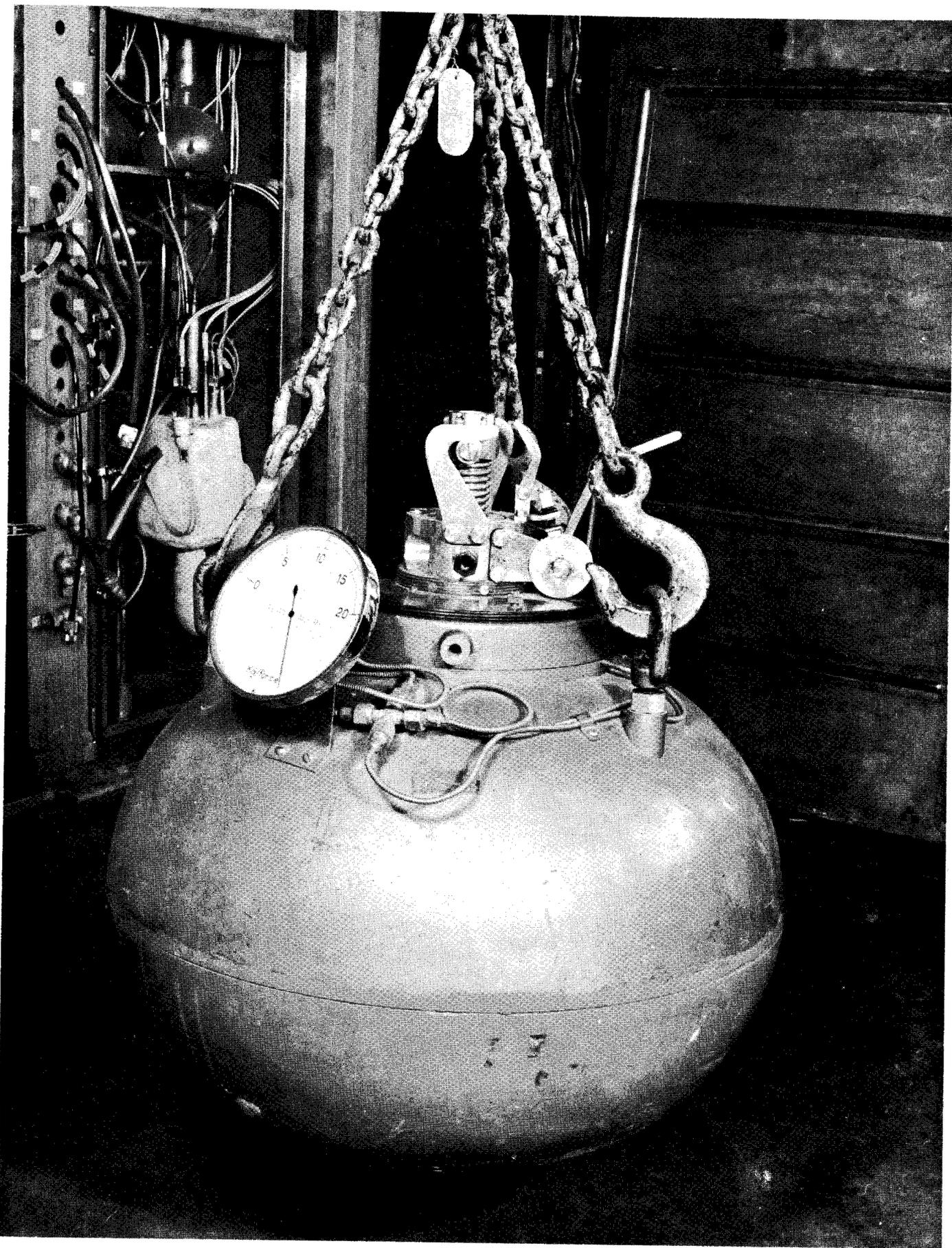
PONT DE TRANSFERT

 YIDE

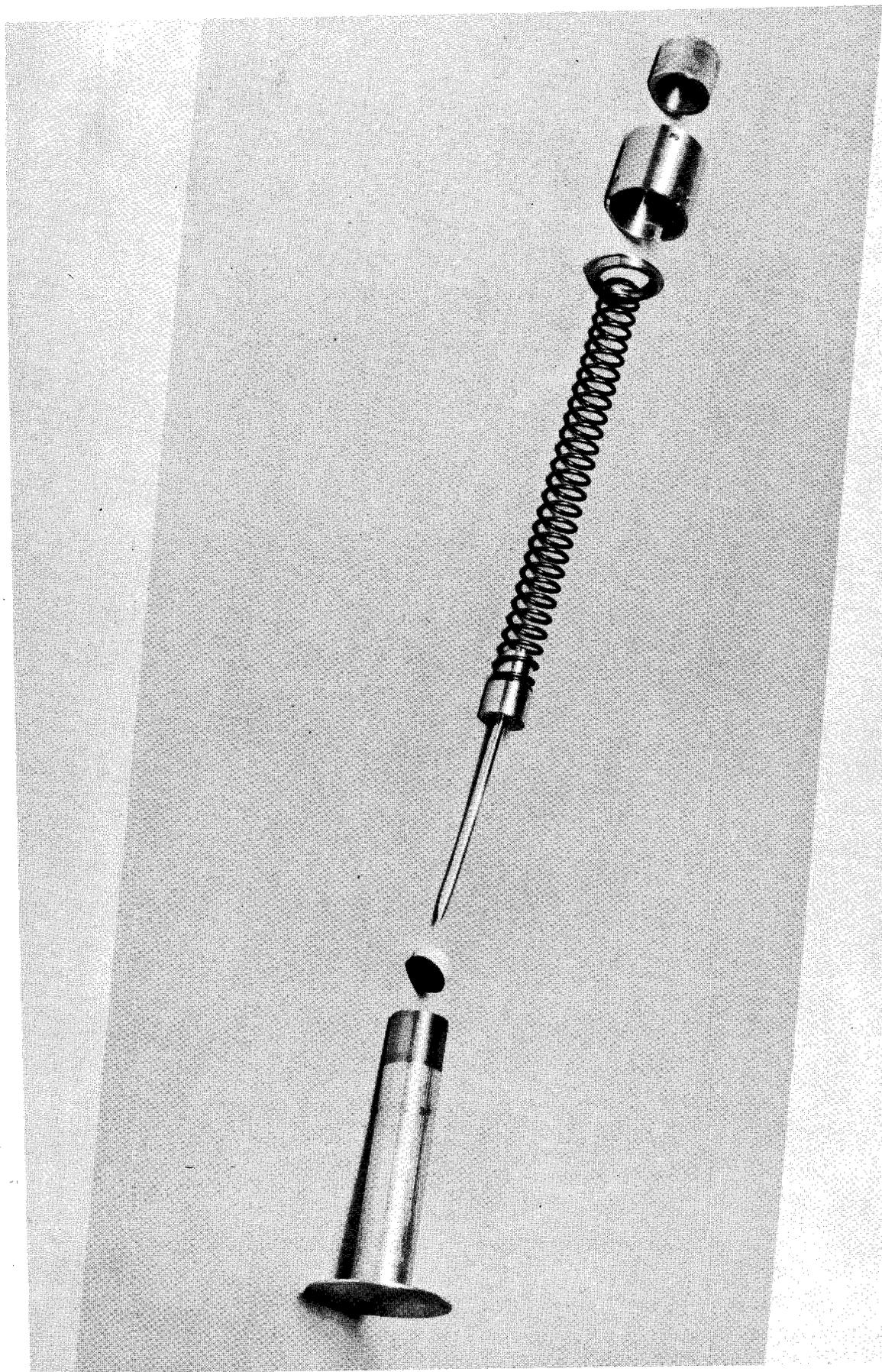


SPF.C. 769





Récipient CENDRILLON  
pour le transport de liquides radioactifs



Détail du montage de l'aiguille de pont  
et de son embout démontable

## 6 - INTRODUCTION DES REACTIFS

Ce dispositif permet à partir d'une zone (A) inactive et au travers d'une paroi étanche (C), d'introduire des liquides inactifs dans l'appareillage situé dans une enceinte (B) blindée.

### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

- un récipient mesureur (6) muni de deux vannes (2),
- une canalisation (1) comportant un filtre (3), reliée à la vanne supérieure du mesureur, et que l'on peut à volonté relier au circuit de vide, de mise à l'air ou de pression,
- une canalisation munie d'un raccord démontable (4), traversant la paroi étanche,
- un chariot se déplaçant au sol et portant les réserves de réactifs (12).

Chaque réservoir de réactif est muni d'un entonnoir (11) et d'une vanne (2) ainsi que de deux tubes dont l'un plonge au fond du réservoir. Ces deux tubes sont munis de raccords rapides (7).

### FONCTIONNEMENT

Le liquide étant dans le réservoir (12) doit être transféré dans le réservoir (10).

Le réservoir (12) de grande capacité est rempli par l'entonnoir (11) dont on ferme ensuite la vanne.

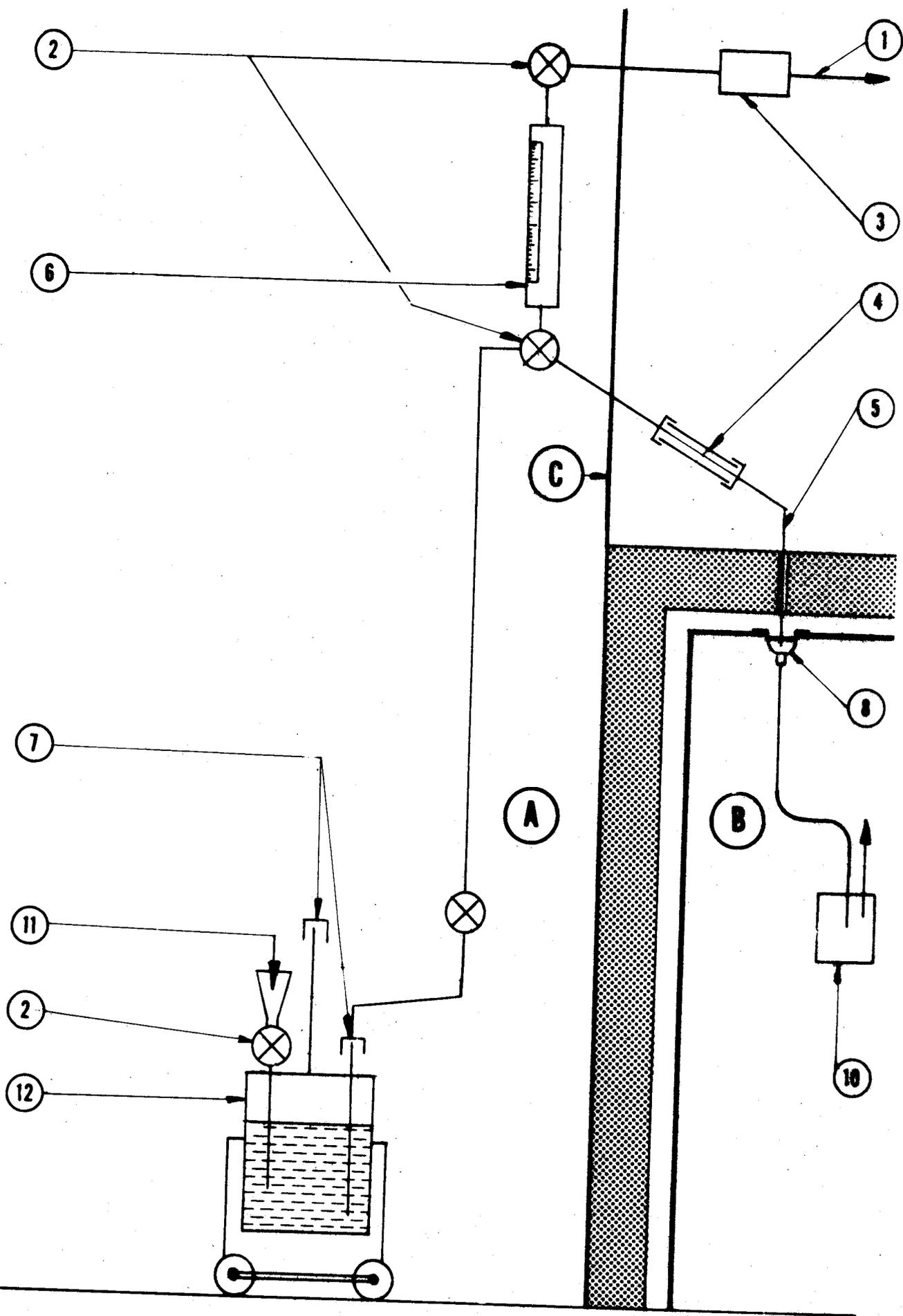
Les tubes du récipient (12) sont reliés à l'aide de raccords rapides, l'un à l'air comprimé, l'autre plongeur à la canalisation de liaison au mesureur.

La pression réglable fait monter le liquide dans le mesureur (6) la vanne supérieure (2) étant ouverte sur la canalisation de mise à l'air.

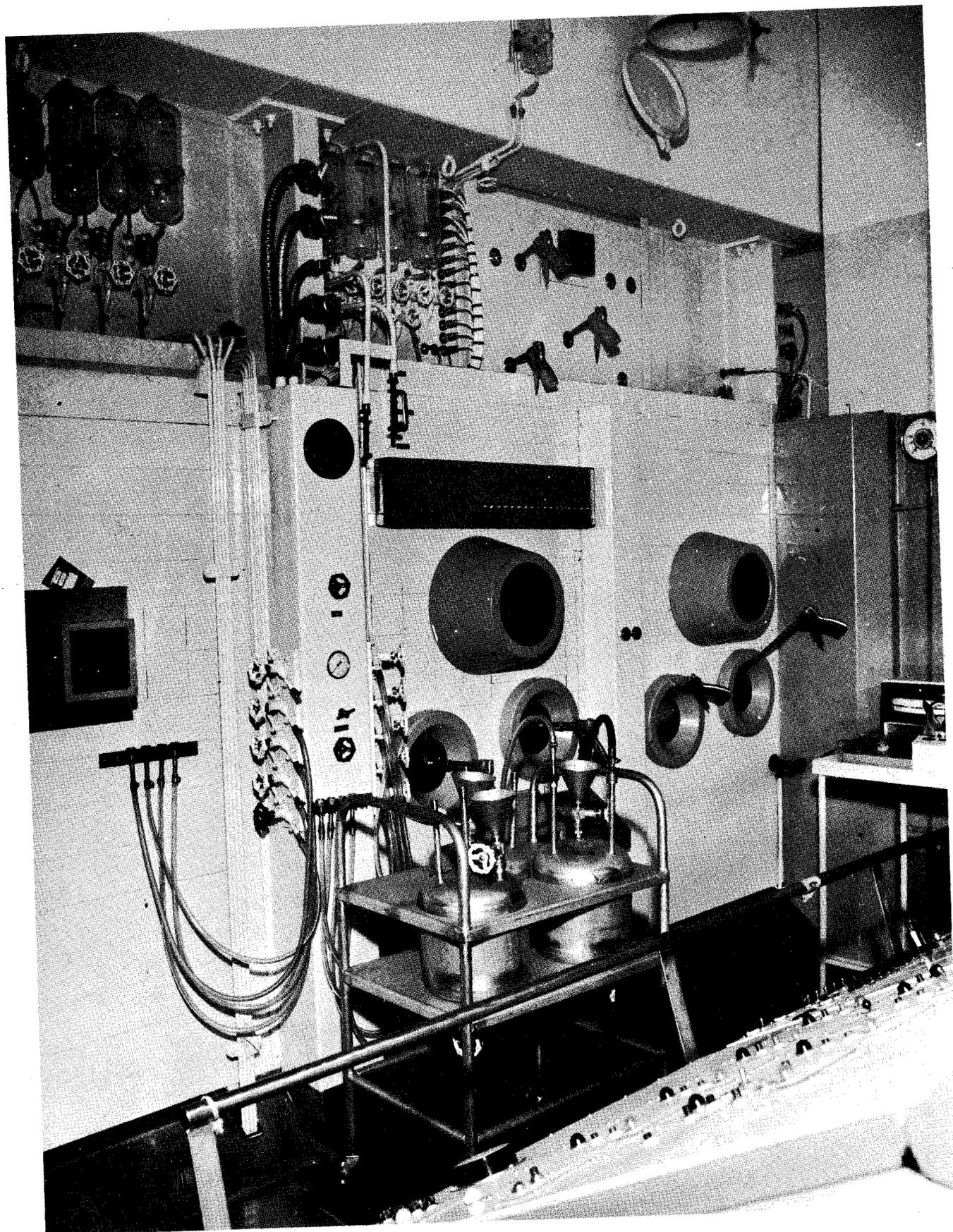
Le volume de liquide à transférer est ensuite délivré à l'aide de la vanne inférieure du mesureur qui interdit les remontées d'aérosols.

#### REMARQUE

- Le chariot comporte plusieurs réservoirs des différents réactifs correspondant chacun à un mesureur.



**INTRODUCTION DES REACTIFS**



Dispositif d'introduction des réactifs  
dans une enceinte étanche

## 7 - PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS PAR CAPACITE DE VIDE

Ce système permet à l'aide d'une pince ou d'un télémanipulateur, de prélever à distance des échantillons liquides.

### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

- un circuit de vide :
  - pompe à vide
  - réservoir tampon (1)
  - filtre (2)
  - vanne (3)
  - capacité de vide (4)
  - vanne (5)

Ce circuit se termine par une aiguille verticale (6) dont la pointe est dirigée vers le haut.

- un support d'aiguille et un guide flacons (7)
- un second ensemble : aiguille-support d'aiguille et guide flacon pour chacun des réservoirs où l'on désire prélever du liquide. Dans ce cas, l'aiguille (8) plonge au fond du réservoir (9).

### FONCTIONNEMENT

La vanne (5) étant fermée, on pique sur l'aiguille (6) un flacon (10) propre, préalablement bouché et capsulé.

On fait le vide dans la capacité (4) en ouvrant la vanne (3), puis on referme celle-ci. On ouvre alors la vanne (5), ce qui provoque une dépression dans le flacon (10).

A l'aide du télémanipulateur, on enlève le flacon de son support et on le pique à nouveau sur l'aiguille (8) du réservoir (9) contenant le liquide.

La dépression dans le flacon provoque la montée du liquide jusqu'à l'équilibre des pressions.

Il suffit de retirer le flacon de son support pour avoir l'échantillon liquide prêt pour l'analyse.

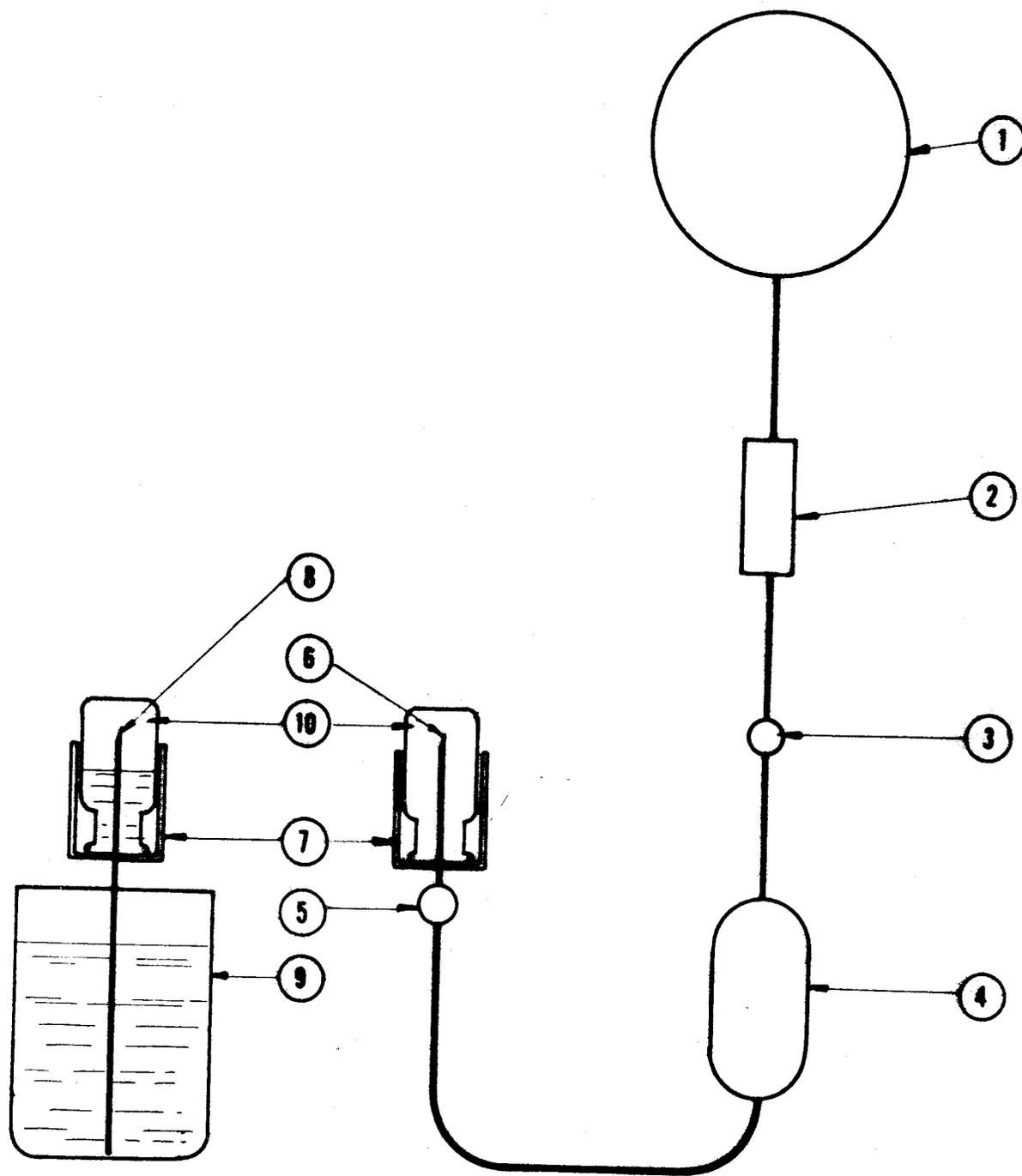
#### REMARQUES

1° - Le bouchon est en caoutchouc neutre (pour usages pharmaceutiques) d'une grande souplesse. Après retrait de l'aiguille, le trou se referme de façon à conserver pendant quelques instants, à l'intérieur du flacon, un vide de l'ordre de 600 millimètres de mercure.

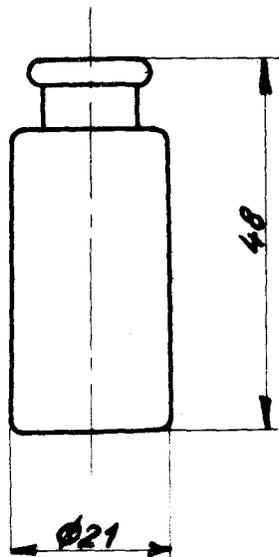
2° - Les aiguilles sont en acier inoxydable et ont les dimensions suivantes :  
- diamètre intérieur : 11/10 mm  
- diamètre extérieur : 15/10 mm

L'affûtage de l'extrémité des aiguilles doit être fait soigneusement de façon à éviter l'effet d'emporte-pièce dans le bouchon.

3° - Sur chacun des réservoirs les aiguilles sont facilement démontables et interchangeables à distance.

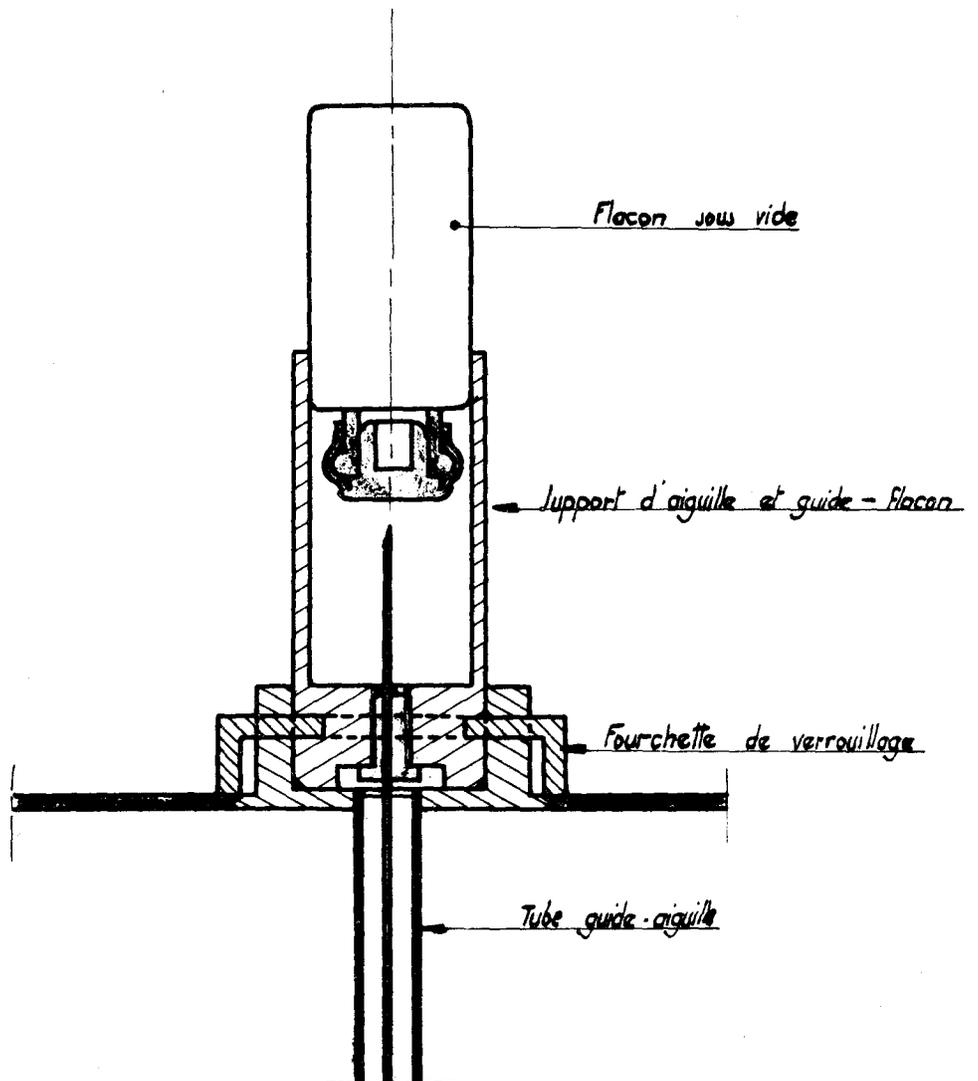


**SCHEMA DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS**  
*Type GL*

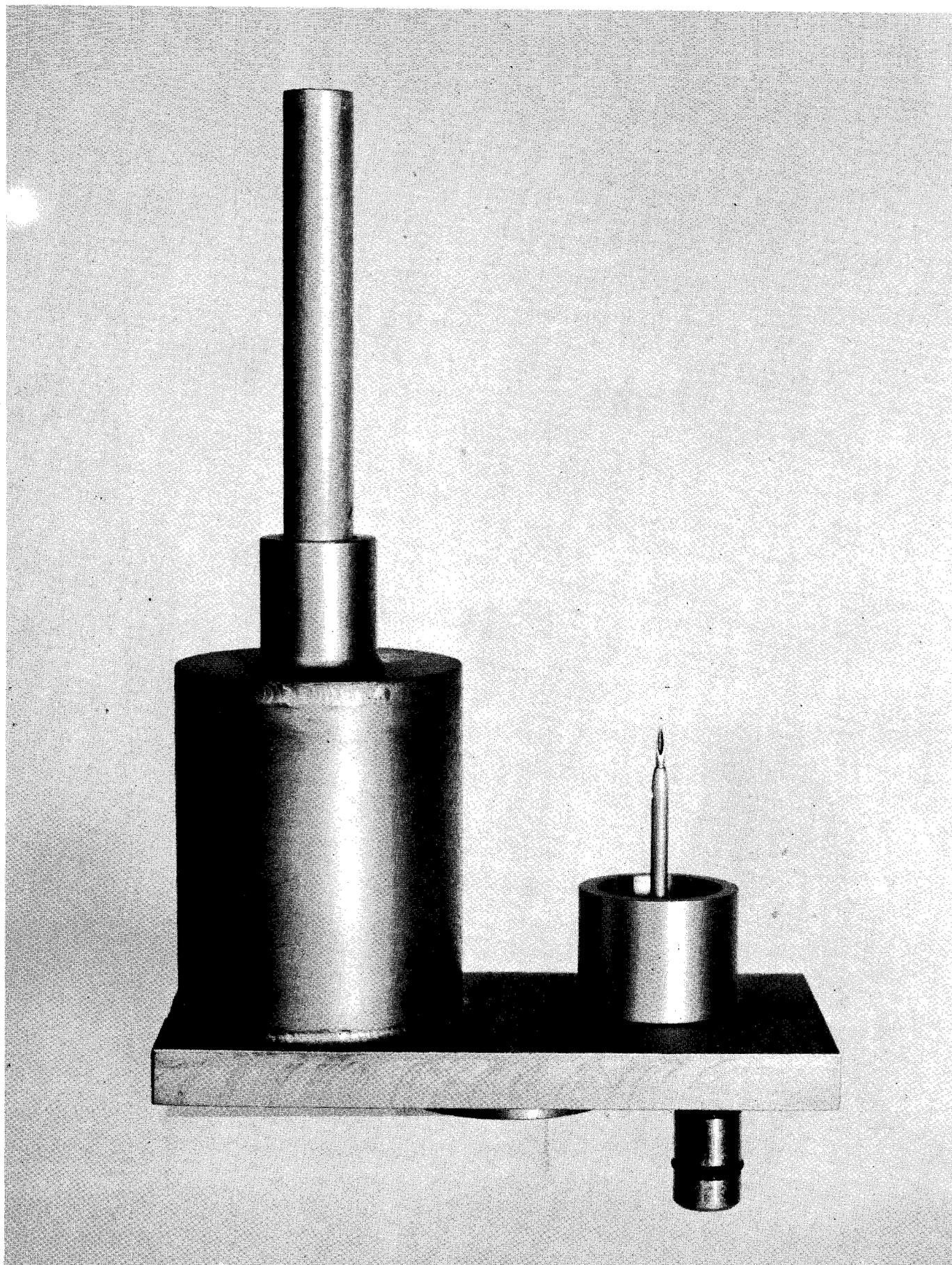


Flacon 10 ml. Polythène

Bouchon à jupe rabattable



**PRELEVEMENT D'ÉCHANTILLONS  
Type GL. Détail**



Embout avec aiguille de prélèvement d'échantillons



Flacons d'échantillonnage

## 8 - PRELEVEMENTS D'ECHANTILLONS PAR AIR-LIFT SOUS VIDE

### PRINCIPE DE L'AIR LIFT

Le transport de solutions hautement radioactives par des air-lifts permet de ne garder en zone active qu'un appareillage minimal. Dans un tube en U rempli de liquide, les deux niveaux sont à la même hauteur. Il n'en est plus de même si dans l'une des branches la densité du liquide devient plus faible, ce que l'on peut obtenir par exemple en injectant de l'air à la partie inférieure pour créer une émulsion. On peut ainsi concevoir le transfert de ce liquide à une cote plus élevée. On appelle "submergence" le rapport de la hauteur du liquide avant émulsion au-dessus de l'entrée d'air à la hauteur totale d'élévation du liquide au-dessus de l'entrée d'air, après émulsion.

### PRISE D'ECHANTILLONS SOUS VIDE

Le liquide à échantillonner contenu dans le réservoir (1) est aspiré sous vide par une tuyauterie ascendante (2) avec une insufflation d'air à la base (3) créant l'air lift de circulation.

L'émulsion air-liquide s'élève dans le tube (2), passe par le flacon (4) et son by-pass (5) puis par le séparateur air-liquide (6).

L'air, après passage sur un filtre (7) rejoint le réseau de vide, et le liquide retourne par gravité dans le réservoir où il avait été initialement prélevé. Le tube de retour (11) plonge à une cote inférieure à celle du tube de montée, pour éviter, au moment où le réservoir est presque vide,

une aspiration brutale et intempestive vers le séparateur.

Le vide qui crée la submergence est obtenu par un ensemble pompe (8) régulateur (9) et garde hydraulique (10).

#### CARACTERISTIQUES -

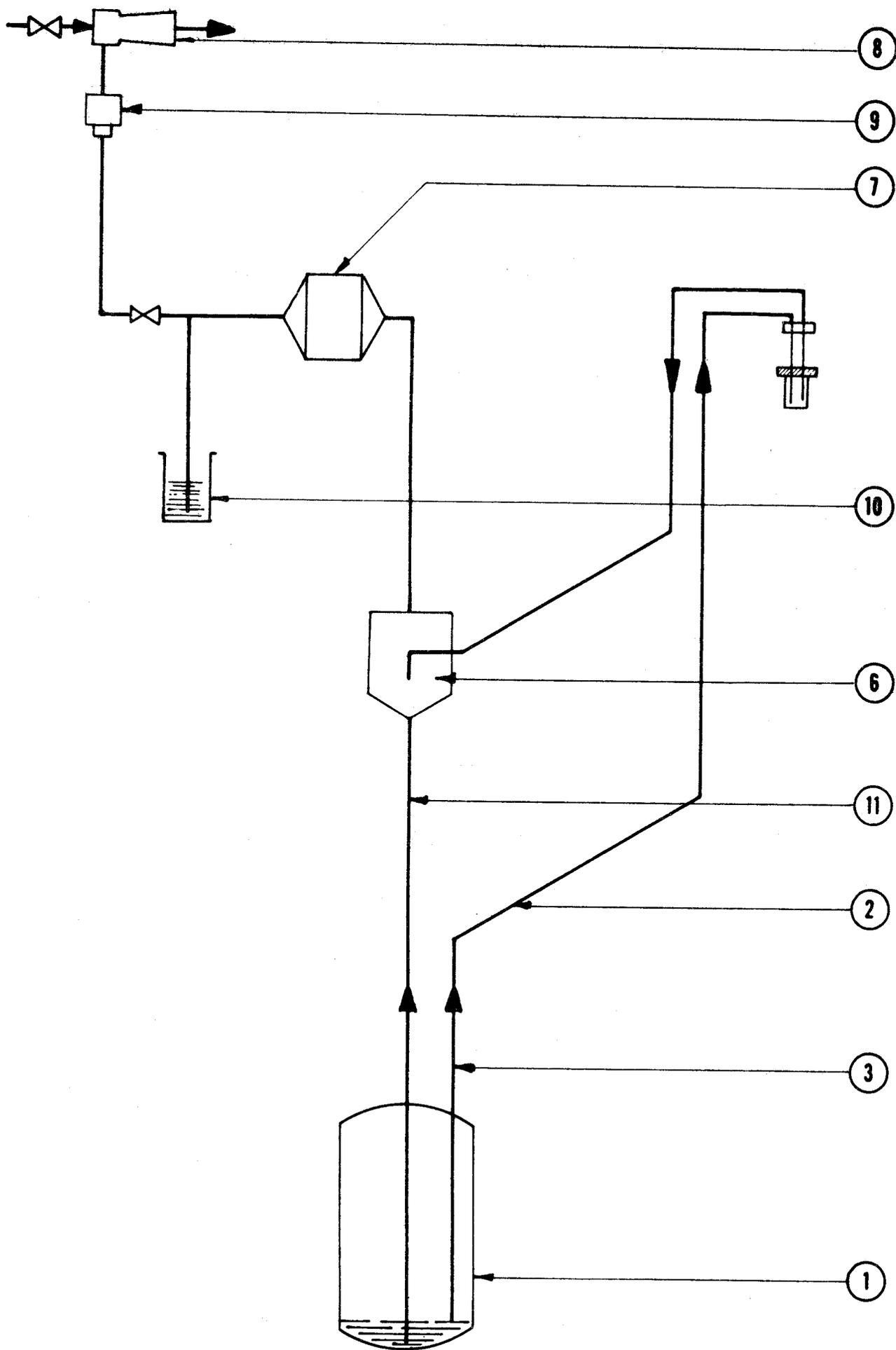
Les tubes (2) et (11) ont un diamètre 6 x 10 mm. Une submergence de 40% semble optimale et le bas du séparateur ne doit jamais être atteint par le liquide.

Toutes les arrivées d'air sur les air-lifts sont bouchées à l'extérieur des récipients. Les pentes des canalisations sont supérieures à 30% de manière à éviter un mauvais fonctionnement de l'air-lift dû au glissement du liquide par rapport aux bulles d'air.

On admet qu'une prise d'échantillon dure 15 minutes pendant lesquelles le liquide circule dans le flacon afin de donner un prélèvement représentatif.

Le débit de liquide dans le flacon est d'environ 10 litres par heure.

Le débit d'air de l'air-lift est d'environ 50 litres par heure.



**SCHEMA DE PRISE D'ECHANTILLON PAR AIR-LIFT SOUS VIDE**

## 9 - DISTRIBUTEUR ROTATIF A DEUX DIRECTIONS

Le dispositif est destiné à distribuer au choix, dans deux canalisations distinctes, un liquide arrivant d'une troisième canalisation.

### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

- un corps (1) séparé en deux parties à sa partie inférieure par une cloison en tôle (2),
- deux orifices d'écoulement (3) et (4), chacun de part et d'autre de la cloison (2),
- une cuve tournante (5) située dans le corps (1) et dont le fond est incliné de façon à écouler le liquide vers un orifice (6),
- un arbre d'entraînement (7) terminé en forme de tournevis, solidaire de la cuve (5),
- un couvercle (8) fermant le corps (1) et supportant le palier de l'arbre (7),
- un tube (9) de mise à l'air à la partie supérieure du corps (1),
- un tube (10) traversant le corps (1) de part en part et comportant un orifice (11) d'arrivée du liquide.

### FONCTIONNEMENT

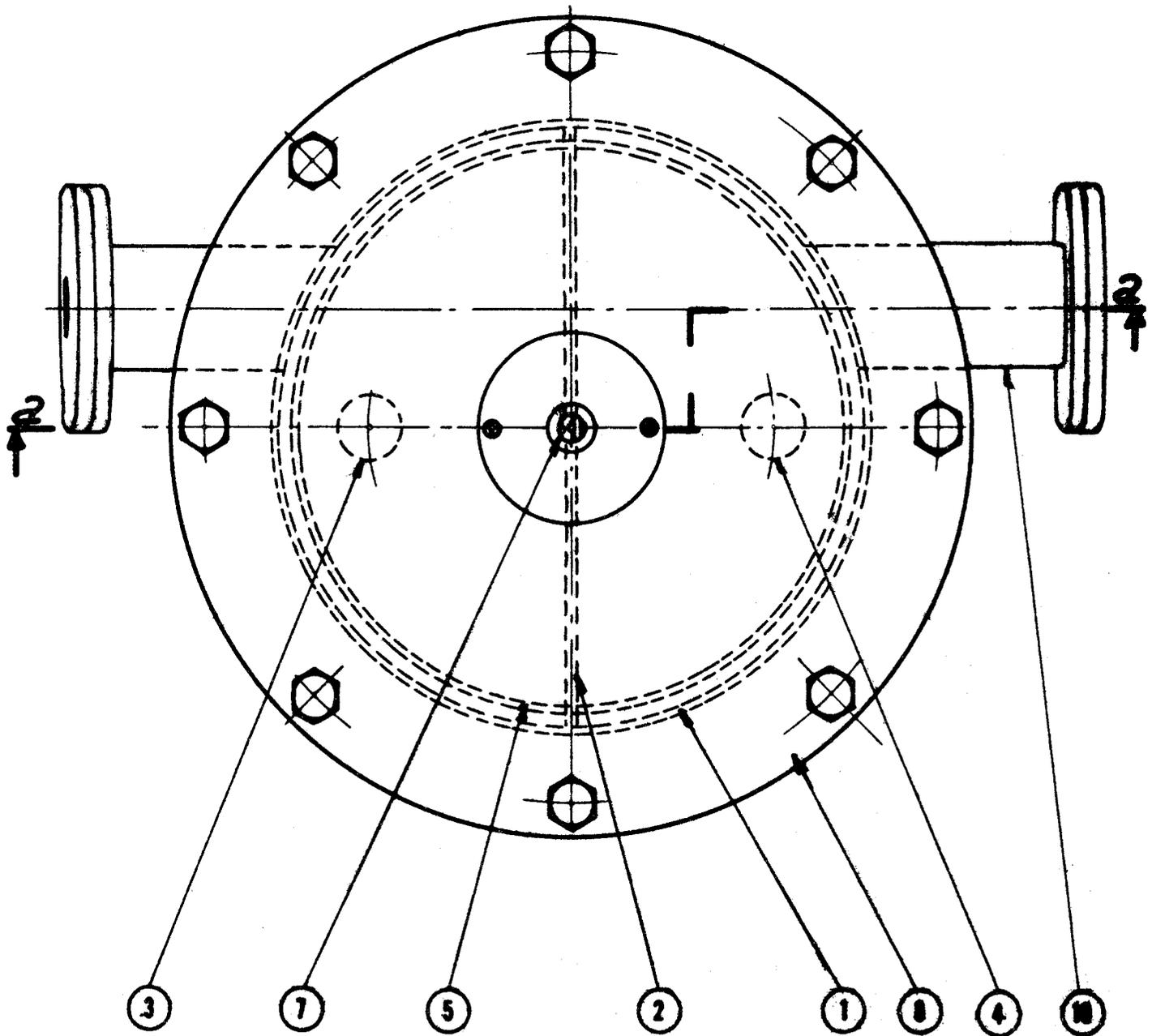
La cuve intérieure (5) est orientée de façon à ce que son écoulement (6) soit au-dessus d'un des deux compartiments.

Le liquide arrive (par dépression) par l'orifice (11) et s'écoule dans le corps, puis par l'orifice choisi (3) ou (4).

REMARQUE

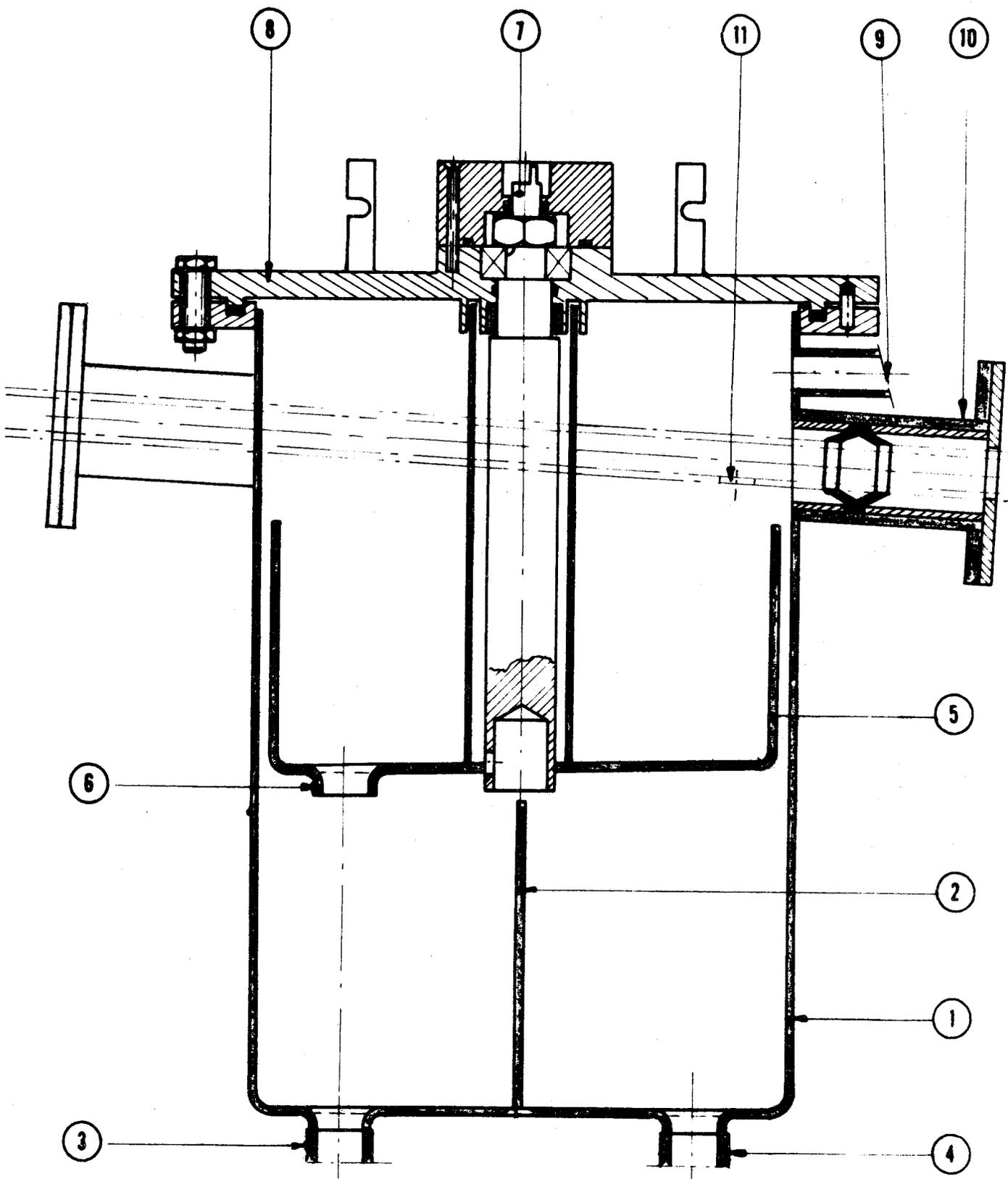
Dans le cas particulier de ce distributeur, l'orifice (11) se déplace, mais il débouche toujours au-dessus de la cuve intérieure (5), ce qui n'affecte en rien le principe du distributeur.

VUE DE DESSUS



**DISTRIBUTEUR ROTATIF A 2 DIRECTIONS**

COUPE aa



*DISTRIBUTEUR ROTATIF A 2 DIRECTIONS*

## 10 - DISTRIBUTEUR ROTATIF A CINQ DIRECTIONS

Le dispositif est destiné à distribuer au choix, dans cinq canalisations distinctes un liquide arrivant d'une sixième canalisation.

### DESCRIPTION

L'ensemble comporte :

- un corps (1) constitué de deux parties solidaires par des brides (2) pour faciliter le montage intérieur,
- sur la partie supérieure du corps (1), deux tubes soudés, l'un (3) destiné à l'arrivée du liquide et l'autre (4) destiné à recevoir une sonde de température,
- cinq tôles (5) soudées divisant la partie inférieure du corps (1) en cinq parties égales,
- un tube (6) échancré sur 1/5 de sa circonférence, servant de trop-plein,
- un orifice de départ (7) au fond de chacun des cinq compartiments,
- une cuve tournante (8) ouverte à sa partie supérieure, et dont le fond incliné comporte un orifice (9),
- un arbre d'entraînement (10) terminé en forme de tournevis, solidaire de la cuve (8),
- un couvercle (11) fermant le corps (1), et supportant le palier de l'arbre (10), ainsi qu'un orifice (12) de mise à l'air ou de rinçage.

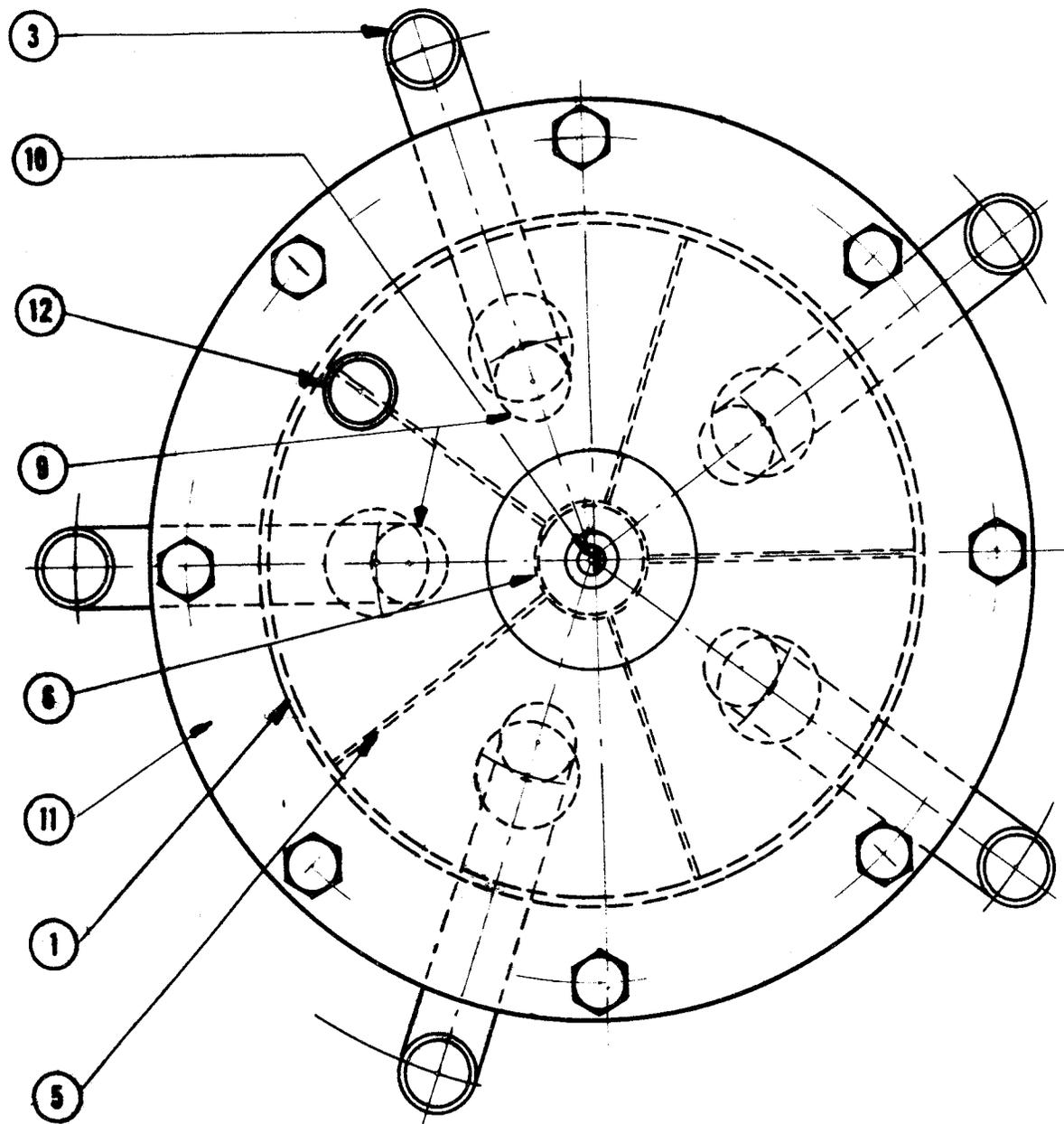
- une tôle perforée (13) ayant ses bords relevés de façon à diriger le liquide de rinçage dans la cuve mobile, lorsqu'on utilise l'orifice (12) pour le rinçage.

#### FONCTIONNEMENT

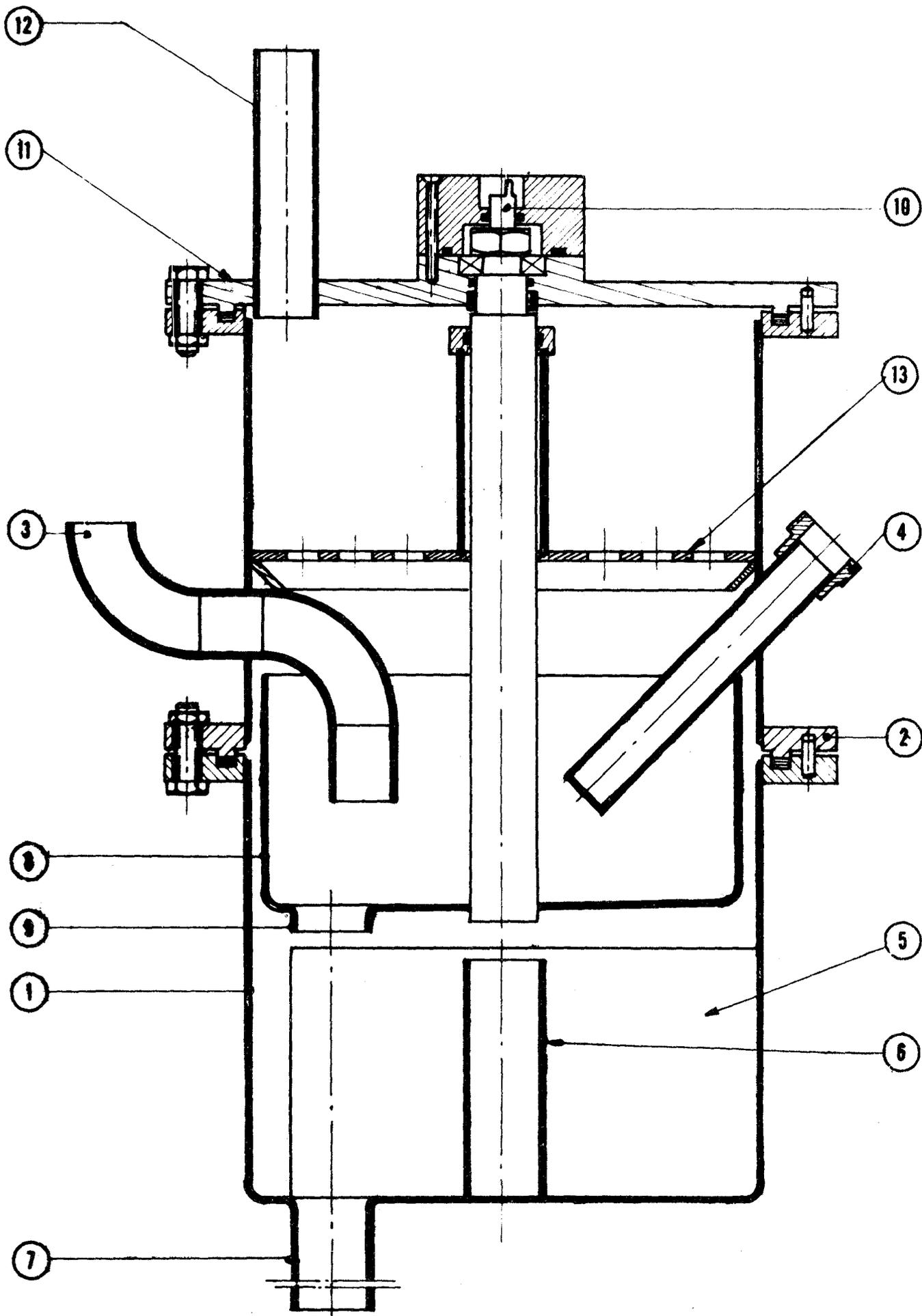
La cuve intérieure (8) est orientée de façon à ce que son écoulement (9) soit au-dessus d'un des cinq compartiments.

Le liquide arrive par le tube (3) puis s'écoule par l'orifice (9), puis par l'orifice (7) choisi. En cas de trop-plein, le liquide déborde par le trou (6) dont l'échancrure correspond à l'orifice (7).

**VUE DE DESSUS**



**DISTRIBUTEUR ROTATIF A 5 DIRECTIONS**



*DISTRIBUTEUR ROTATIF A 5 DIRECTIONS*

SPF Cr. 437

## 11 - ENSEMBLE D'EVAPORATION

L'ensemble se compose d'un évaporateur, d'un condenseur et d'un refroidisseur construits en acier Z 2 NCD 25-20.

### 1 - Evaporateur

L'évaporateur a été conçu pour permettre :

- d'évacuer l'ammoniac par ébullition de la solution de baryte et de caesine.
- de concentrer des solutions de sel de caesium.
- de concentrer à niveau constant des solutions de produits de fission lorsqu'il est alimenté par une solution nitrique additionnée ou non de formol.

### Description

L'évaporateur est composé :

- d'un corps (12) de volume utile 80 litres
- d'un appendice (18) de volume utile 7 litres
- d'une colonne (5).

Le chauffage de l'évaporateur est assuré par une circulation de vapeur (142°C à 3 kg/cm<sup>2</sup> avec un débit de 50 kg par heure).

La vapeur circule dans deux enveloppes indépendantes :

- enveloppe (15) ceinturant le corps (12) et comportant des brides (14) et (19) d'entrée et de sortie de vapeur. Elle est calculée de manière à permettre l'évaporation de 30 à 40 litres/heure d'eau, limitant ainsi à quelques heures la durée des opérations.

- enveloppe (17) ceinturant l'appendice (18) et comportant les brides (16) et (20) d'entrée et de sortie de vapeur. Elle ne dépasse pas la hauteur du niveau 7 litres de l'évaporateur et est utilisée seule pour des réductions finales de volume de 7 litres. Ce volume a été choisi en fonction du volume du récipient de transfert CENDRILLON. Le liquide concentré dans l'appendice de diamètre inférieur au corps peut ainsi avoir son niveau mesuré avec une plus grande précision.

L'évaporateur est surmonté de la colonne (5) que l'on peut ouvrir à sa partie supérieure au moyen des brides (3) et dans laquelle on peut introduire un panier (4) rempli d'anneaux de RASCHIG assimilable à une colonne à plateaux.

Cette colonne est arrosée par un reflux du distillat par le tube (1) : on arrête ainsi les particules solides contaminées et les vésicules liquides entraînées. Le réglage du reflux est assuré par un air-lift. Dans ce cas, la submergence est naturelle et sa valeur se situe aux alentours de 30%.

Le débit de reflux pouvant varier de 5 à 40 litres par heure de liquide, le diamètre de la tuyauterie est faible (8 millimètres) et on obtient une vitesse de montée de l'émulsion variant de 10 à 100 cm par seconde.

Avec une submergence de 30%, le débit d'air à utiliser est sensiblement égal à trois fois le débit de liquide, c'est à dire variable de 15 à 150 litres/heure.

La précision du réglage est assez bonne, car on travaille à submergence constante puisque le condensat qui n'est pas reflué est éliminé par débordement. Le débit du liquide reflué peut être réglé avec 5% de précision environ.

Le sommet (2) de la colonne est relié au condenseur et au refroidisseur.

Une rampe de pulvérisation (9) et le tube (7) permettent la décontamination de l'évaporateur.

Les niveaux de liquide sont contrôlés par des sondes pneumatiques et électriques et les températures sont contrôlées par des sondes de températures, toutes ces sondes étant mises en place par le tube (6).

Les solutions à concentrer sont introduites par des tubes plongeants (7).

Les solutions à évacuer après concentration sont reprises par des tubes plongeants (13).

Ces solutions sont transférées par air-lift sous vide : la submergence est, dans ce cas, créée artificiellement au moyen du vide (environ 1 mètre de liquide) obtenu par un éjecteur à eau.

Dans ces conditions, on réalise une submergence de 40% et on évite toute remontée de liquide des pots de passage dans les dévesiculeurs.

Avec une tubulure de 12 mm intérieur, on peut ainsi véhiculer 80 litres/heure d'eau avec un débit d'air pour l'air-lift de 300 litres/heure. Avec une tubulure de 17 mm intérieur, on peut véhiculer 200 litres/heure d'eau avec un débit d'air de l'ordre de 1 m<sup>3</sup>/heure.

La submergence variant avec la densité du liquide véhiculé, on n'a pas une précision parfaite sur la mesure du débit.

## 2 - Condenseur

Le condenseur a été calculé pour évacuer environ 20.000 k calories.

Avec un débit de 1,5 m<sup>3</sup>/heure on obtient une élévation raisonnable de la température de l'eau de refroidissement (14°C).

Le condenseur est à faisceau vertical de hauteur utile 1 mètre. Avec des tubes de diamètre 15-18 mm, la détermination de la surface d'échange nécessaire nous a conduit à installer 12 tubes de hauteur 1,10 mètre.

L'eau de refroidissement circule à l'intérieur des tubes de façon à ce que le coefficient d'échange côté eau, soit le meilleur possible.

Dans ces conditions, l'eau de refroidissement qui circule à contre-courant entre à  $16^{\circ}\text{C}$  et sort de l'échangeur à  $30^{\circ}\text{C}$ , tandis que la vapeur d'eau entre à  $100^{\circ}\text{C}$  et l'eau condensée et les incondensables sortent au voisinage de  $60^{\circ}\text{C}$ .

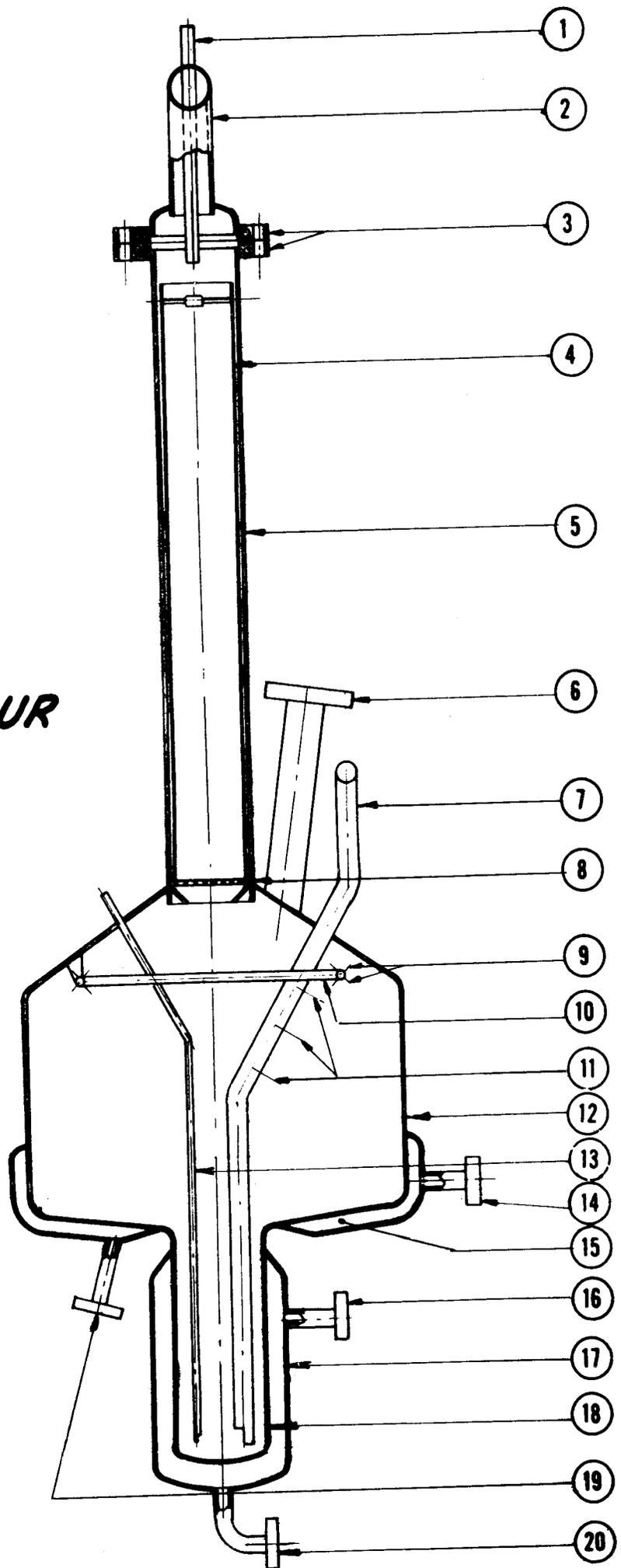
### 3 - Refroidisseur

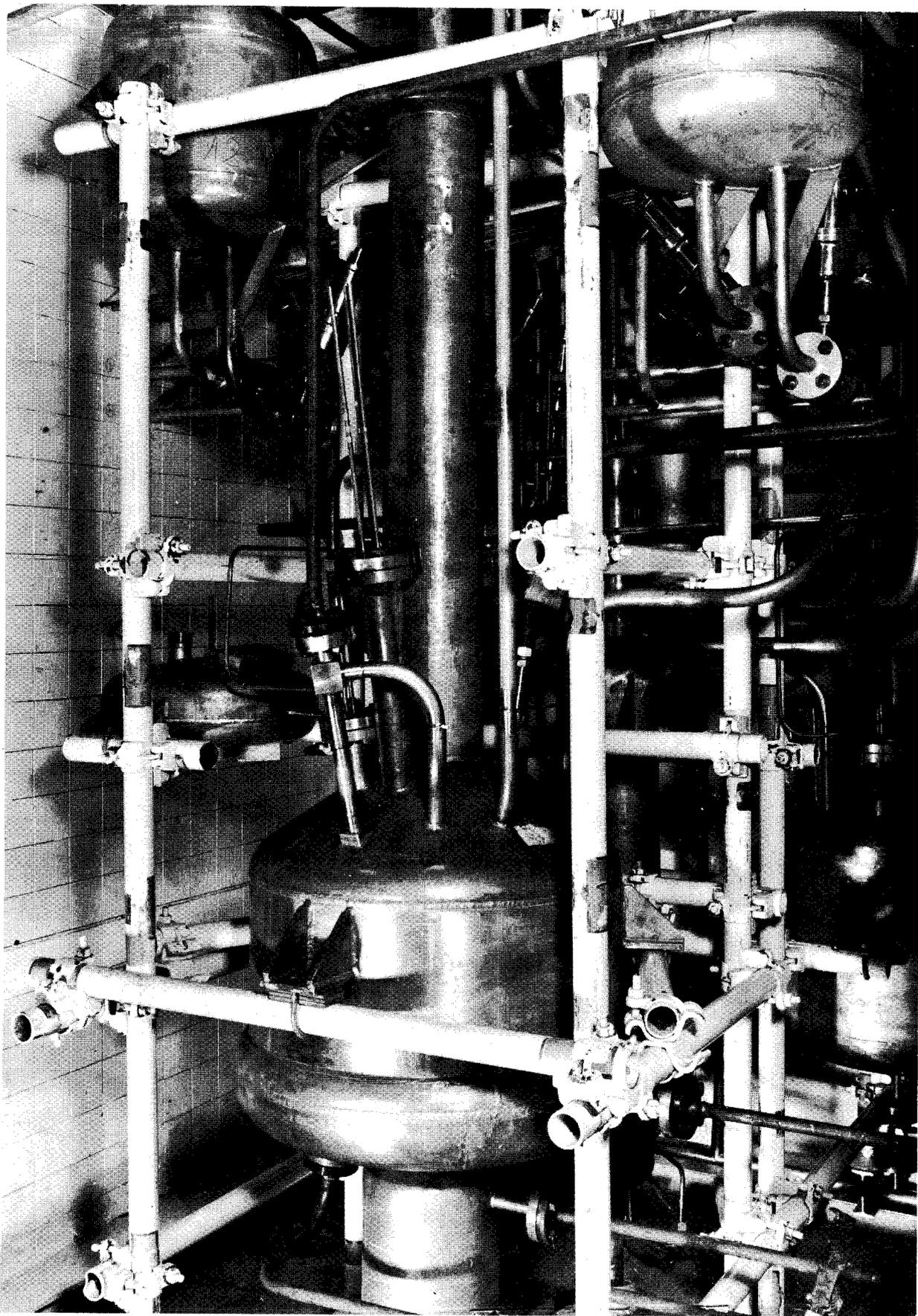
Le condensat circule dans un tube vertical de 20-23 puis remonte dans l'espace annulaire entourant ce tube. L'eau de refroidissement circule dans une troisième zone annulaire entourant celle où remonte le condensat refroidi.

Le débit d'eau a été choisi de  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  lors du calcul du condenseur. Or, on doit évacuer  $1.400 \text{ k calories/heure}$  pour abaisser la température de la vapeur condensée de  $60^{\circ}\text{C}$  à  $20^{\circ}\text{C}$ . La température de l'eau de refroidissement passe donc alors de  $15^{\circ}\text{C}$  à  $16^{\circ}\text{C}$ .

Dans ces conditions, il faut disposer d'une surface d'échange d'environ  $0,3 \text{ m}^2$  ce qui a conduit pour une hauteur de 1 mètre à prendre un tube de 100 millimètres de diamètre.

# EVAPORATEUR





Evaporateur et ses réservoirs annexes

## 12 - SOUPAPE A 3 VOIES TYPE V C V 5 (Etude S G N)

### GENERALITES

La soupape à 3 voies du type VCV 5 est destinée à "amorcer" un siphon, en mettant en communication la tuyauterie reliant deux réservoirs avec une source de vide, et à "casser" ce siphon en mettant cette tuyauterie en communication avec l'atmosphère.

La soupape à 3 voies type VCV 5 a pour particularité de n'ouvrir la communication avec la source de vide qu'une fois la communication avec l'atmosphère fermée.

De plus, elle possède une position intermédiaire permettant de fermer à la fois la communication avec le vide et la communication avec l'atmosphère.

Les 3 positions "mise à l'atmosphère" - "position intermédiaire" - "mise en communication avec le vide" peuvent être signalées.

### DESCRIPTION

La vanne 3 voies, type VCV 5 est commandée par l'air comprimé.

Elle se compose essentiellement de :

- a) 4 blocs assemblés verticalement, formant 4 chambres :
  - A - Chambre de commande,
  - B - Chambre en communication avec l'atmosphère,
  - C - Chambre en communication avec la tuyauterie reliant les deux réservoirs,

D - Chambre en communication avec la source de vide.

- LE BLOC 1 comporte sur sa partie supérieure, une arrivée d'air comprimé (raccord 1/8" briggs).
- LE BLOC 2 et LE BLOC 3 comportent sur leur face latérale une liaison avec l'atmosphère et la tuyauterie (raccord 1/4" briggs).
- LE BLOC 4 comporte à la partie inférieure une sortie reliée à la source de vide, située en point bas, de façon à éviter la présence de condensations dans l'appareil (raccord 1/4" briggs).

Les 3 BLOCS : 1 - 2 et 3 sont assemblés à l'aide de 4 vis.

Le bloc 4 est fixé sur le bloc 3 à l'aide de 4 vis et peut ainsi se démonter séparément, permettant un examen du siège inférieur et des deux billes.

L'étanchéité entre le bloc 3 et le bloc 4 est réalisée à l'aide d'un joint torique.

b) un équipage mobile sur lequel sont fixés :

- 3 membranes
- une membrane de "commande" située entre la chambre A et la chambre B,
- une membrane d'étanchéité entre la chambre A et la chambre C,
- une petite membrane d'étanchéité entre la chambre A et l'atmosphère,
- un siège conique qui, lorsqu'il est appuyé sur la bille sphérique M, assure l'isolement entre la chambre B et la chambre C,
- un passage mettant en communication les chambres B et C lorsque le siège est décollé de la bille M
- un dispositif déclenchant des micro-interrupteurs pour les diverses positions de l'équipage mobile.

La course de l'équipage mobile est de plus ou moins 2 mm par rapport à la position intermédiaire, pour laquelle les 3 chambres sont alors isolées les unes des autres.

c) 2 billes liées rigidement, de diamètres différents, de façon à pouvoir démonter l'ensemble, lorsque l'on retire le bloc 4.

La bille N, lorsqu'elle est appliquée par les ressorts poussants sur le siège conique situé à la base du bloc 3, sert à isoler la chambre C et la chambre D.

d) 2 ressorts poussants R et S tarés de telle façon que la bille N ne décolle pas instantanément de son siège lorsque l'équipage mobile vient appliquer son siège conique sur la bille N.

e) 2 micro-interrupteurs dont la position est réglable.

f) 1 capot protecteur avec une prise débrochable.

#### FONCTIONNEMENT

La pression de commande est envoyée dans la chambre A. Cette pression de commande peut varier de 0 à 1.400 grammes par  $\text{cm}^2$ .

Cette pression exerce sur la membrane supérieure une force qui déplace l'équipage mobile, permettant de fermer d'abord la communication de la tuyauterie avec l'atmosphère, puis d'isoler à la fois la tuyauterie de l'atmosphère et du vide, enfin de mettre en communication la tuyauterie avec la source de vide.

Les ressorts sont calculés de façon telle que :

- de 0 à 190 grammes par  $\text{cm}^2$  la tuyauterie soit en communication avec l'atmosphère,
- de 390 à 730 grammes par  $\text{cm}^2$  la tuyauterie ne soit en communication ni avec l'atmosphère, ni avec la source de vide.
- de 840 à 1.400 grammes par  $\text{cm}^2$ , la tuyauterie soit en communication avec la source de vide.

Les valeurs de la pression de commande (0, 560, 1. 400 g/cm<sup>2</sup>) sont valables quel que soit le vide (700 - 300 ou 100 mm de mercure).

## MATIERES

1. BLOCS : Les blocs 1-2-3-4-5 et les raccords 1/4" briggs sont en inox.

Les raccords 1/8" briggs sont en laiton.

## 2. EQUIPAGE MOBILE

L'équipage mobile est entièrement en inox.

Les membranes sont en verre téflonné.

La petite membrane d'étanchéité est en néoprène.

3. Les billes sont en inox 18/8.

4. La bague R est en viton A.

5. Les ressorts poussants sont en inox

## UTILISATION

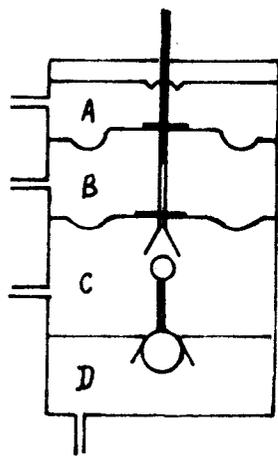
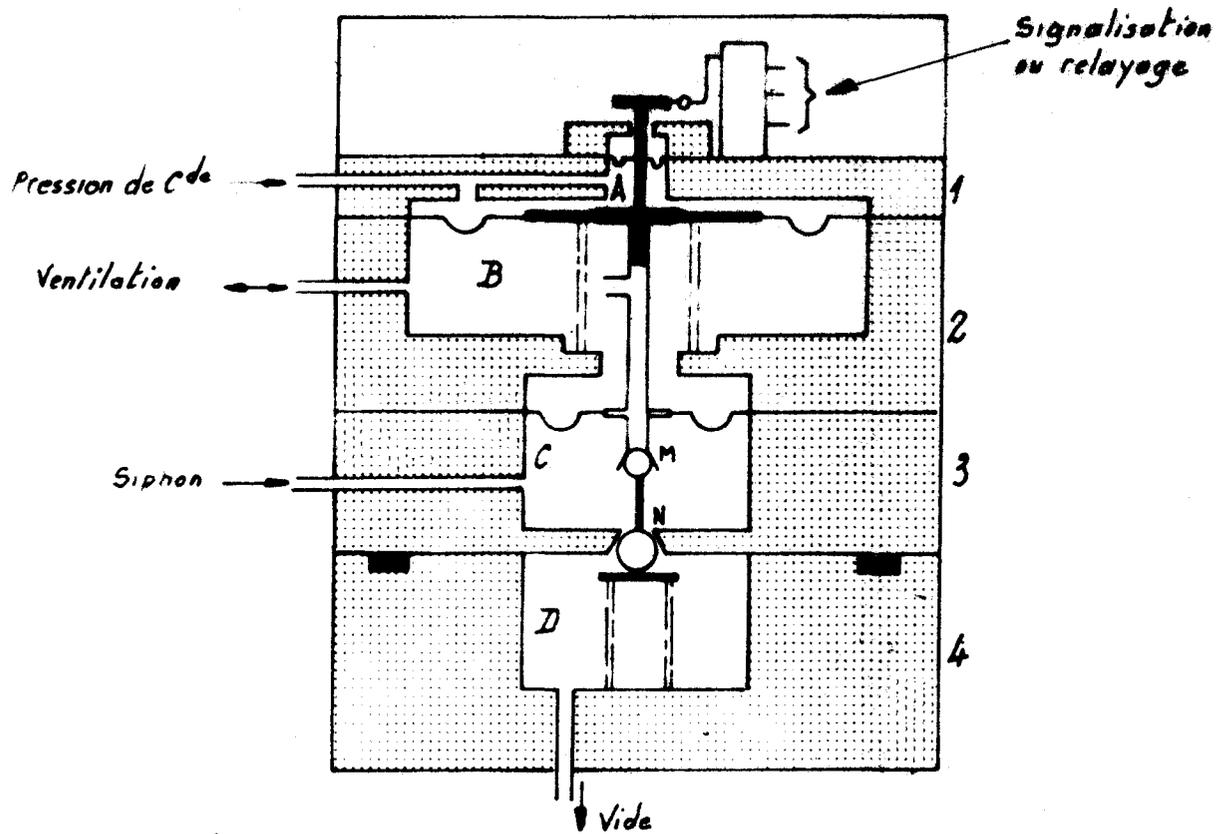
Le fonctionnement de la vanne du type VCV5 est commandé à partir d'un tableau de contrôle (voir schéma d'utilisation de l'appareil VCV5)

### soit directement :

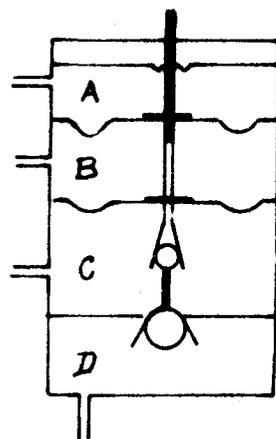
- à l'aide d'un tumbler TV3 3 voies (schéma 1)
- à l'aide d'un manodétendeur (schéma 2).

### soit indirectement :

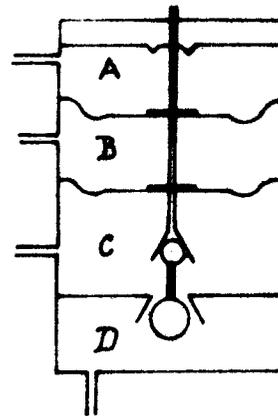
- à l'aide d'une seule électrovanne EV, dans le cas où il suffit de mettre le siphon en communication avec le vide et avec l'atmosphère (schéma 3)
- à l'aide de deux électrovannes EV 1 et EV 2 dans le cas où il est nécessaire d'avoir en plus une position intermédiaire "fermé sur les deux voies" (schéma 4).



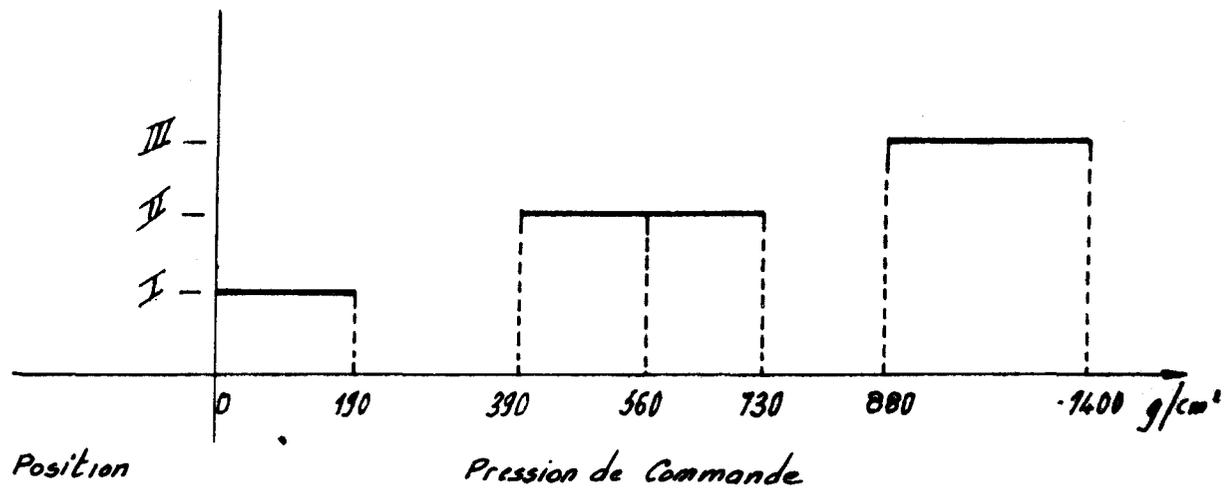
I.O.F



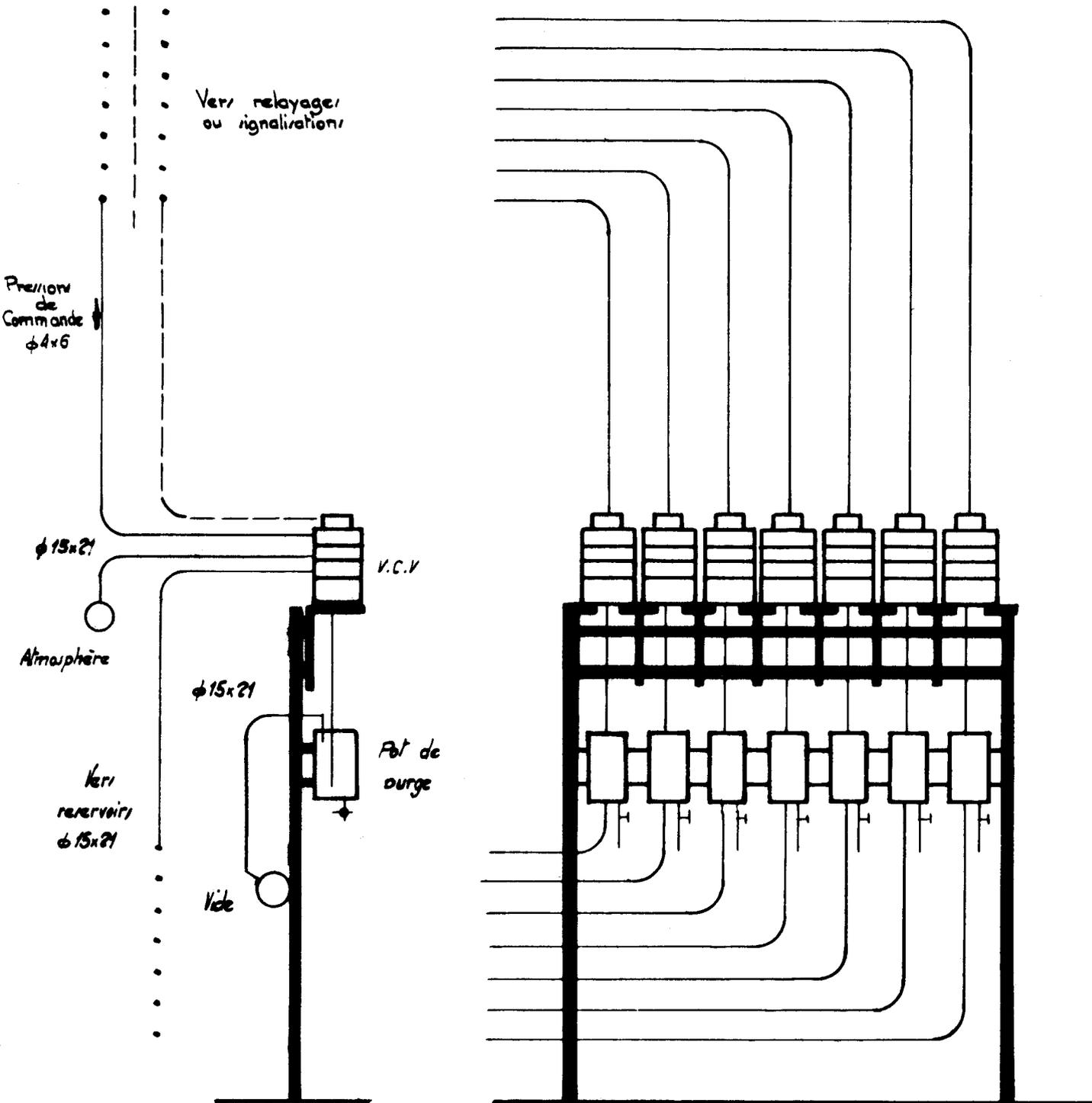
II.F.F



III.F.O

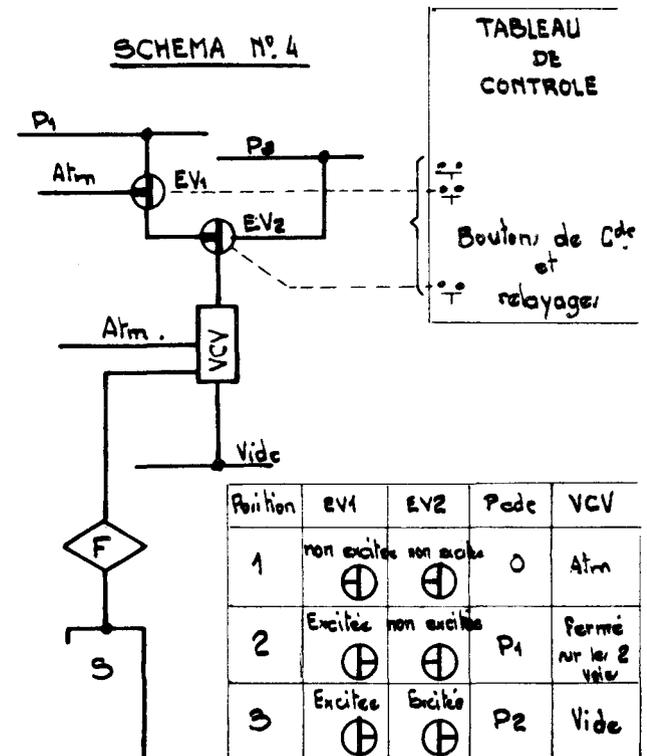
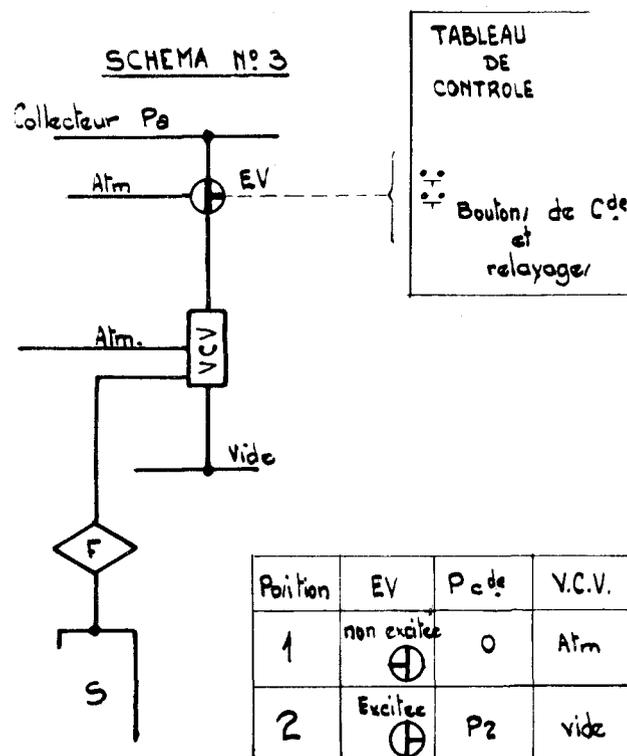
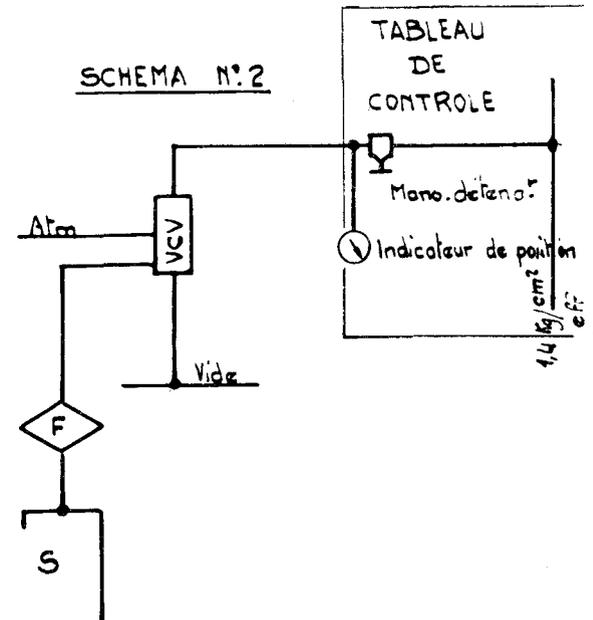
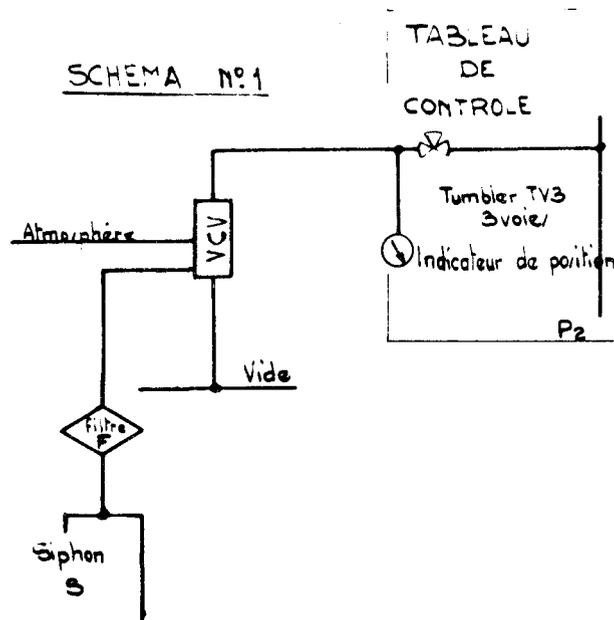


## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT VCV5



**SCHEMA D'INSTALLATION DU VCV5**

# SCHEMAS D'UTILISATION DE L'APPAREIL VCV5



- Remarques:**
- 1 - Par manque d'air et manque de tension le siphon est mis à l'atmosphère
  - 2 - Pour l'indication de position au tableau de contrôle, on peut utiliser :
    - Schémas 1,2,3,4 ... 1 manoccontact ou 1 manomètre direct entre VCV et P
    - Schémas 3,4 ..... 1 manoccontact ou 1 manomètre direct entre EV (ou EV2) et VCV
    - Schémas 1,2 ..... 1 manomètre direct (ou 1 manoccontact) au tableau de contrôle
  - 3 - Dans tous les cas, avec EV<sup>3</sup> le repérage de position peut se faire mécaniquement par microinterrupteurs.
  - 3 - On peut dans tous les cas prévoir un contrôle local de la pression de commande.

### 13 - INDICATEUR DE NIVEAU "DINEL" (Etude S G N)

Cet appareil permet de déterminer le niveau d'un liquide conducteur dans un bac ou l'emplacement de l'interphase entre deux liquides non miscibles de conductibilités et de densités différentes. L'appareil comporte une sonde en polythène à 14 conducteurs.

#### PRINCIPE DE L'APPAREIL

Les extrémités de 14 sondes conductrices sont échelonnées verticalement dans le bac. Lorsque le niveau d'interphase se trouve entre deux sondes consécutives, celles-ci plongent dans deux milieux différents et présentent de ce fait des résistances différentes entre sonde et masse.

Les sondes sont reliées à un commutateur rotatif entraîné par un moteur : celui-ci tourne jusqu'au moment où le commutateur trouve deux sondes successives ne présentant pas la même résistance entre sonde et masse ; le moteur s'arrête alors.

La position du commutateur à cet instant indique de quelles sondes il s'agit et détermine ainsi le niveau d'interphase.

Si le niveau varie, les résistances des deux sondes deviennent égales et le moteur démarre pour une nouvelle exploration.

## 14 - PRINCIPE DE RECYCLAGE DE DECONTAMINATION

### PAR EJECTEUR A VAPEUR

Les réservoirs métalliques ayant contenu des produits radioactifs, et que l'on désire décontaminer parfaitement sont munis à leur partie supérieure d'une rampe perforée reliée à un tube plongeant dans le réservoir par l'intermédiaire d'un éjecteur à vapeur.

Le liquide de décontamination est introduit dans le réservoir. On envoie ensuite de la vapeur par (1) dans la buse (2) de l'éjecteur (3). Le liquide de décontamination est aspiré en (4) et refoulé en (5) par les trous (8) de la rampe perforée (7).

Le recyclage est effectué jusqu'à ce que la dilution produite par la condensation de la vapeur devienne trop importante : on vidange alors le réservoir et on renouvelle l'opération autant de fois que nécessaire pour obtenir une décontamination convenable (au besoin en changeant la nature du liquide de décontamination).

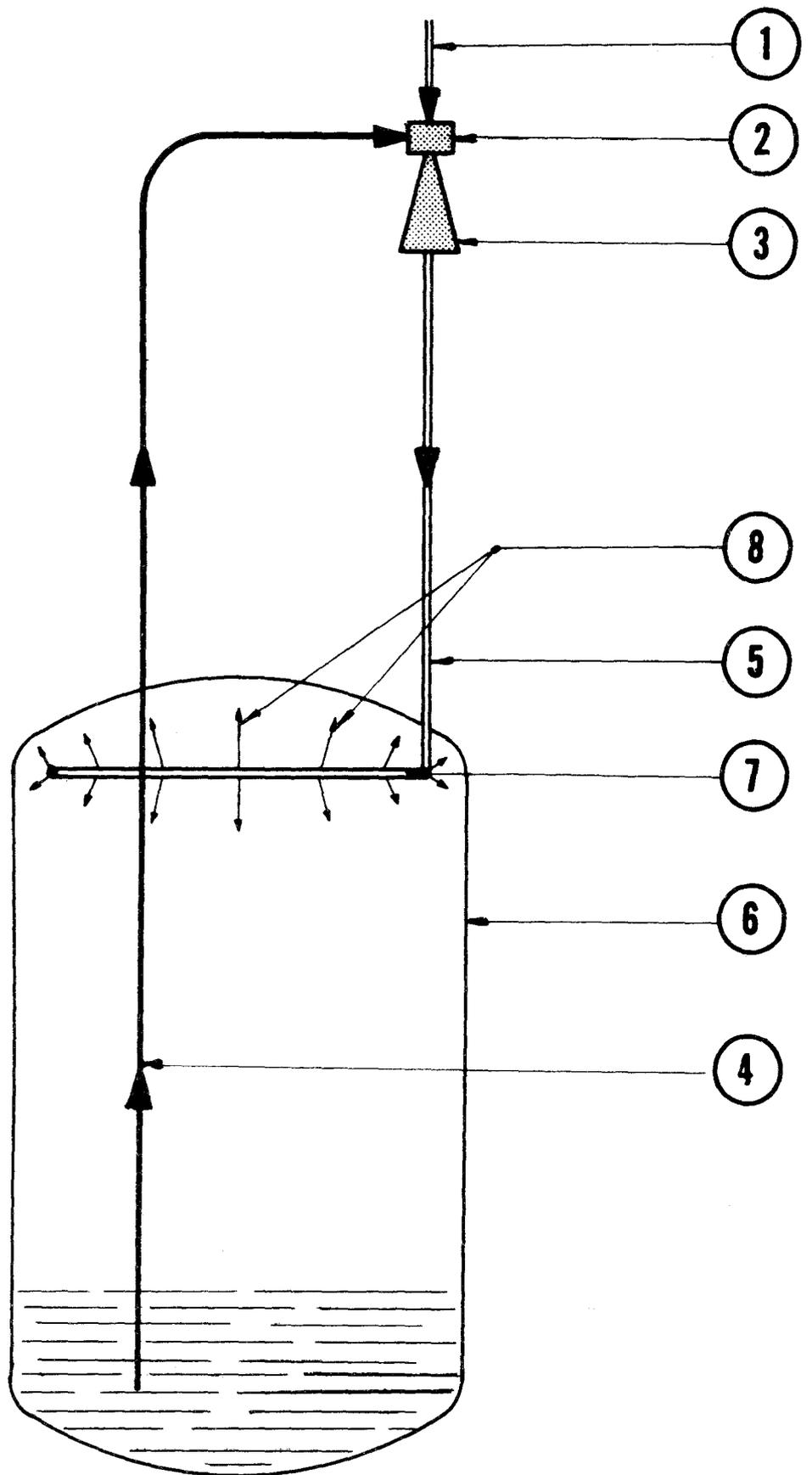
#### REMARQUES

1° - Du fait que la vapeur apporte des calories au liquide, l'opération de décontamination est toujours effectuée à une température supérieure à la température ambiante.

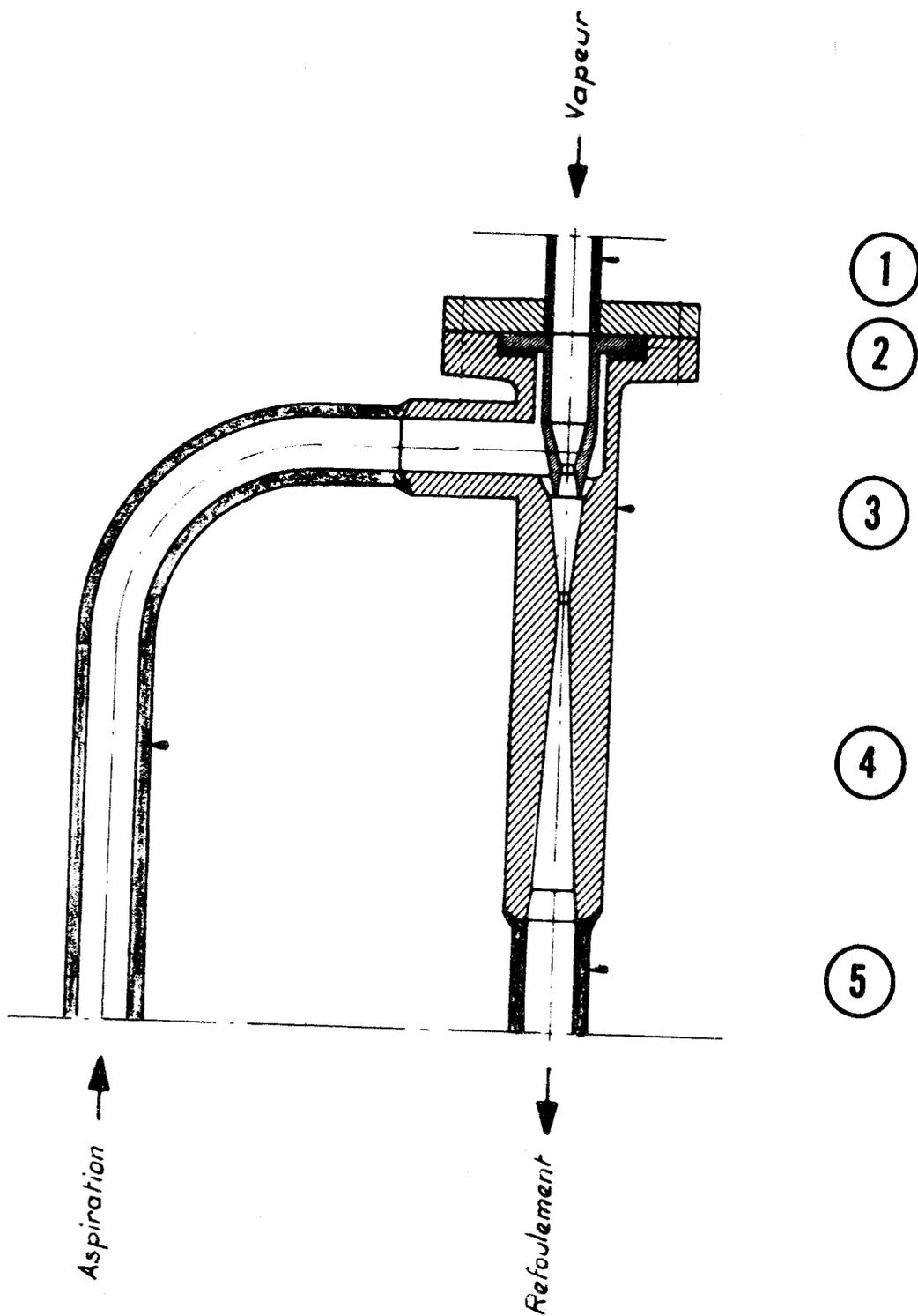
Dans de nombreux cas, l'opération "à chaud" est d'ailleurs recherchée car elle est souvent plus efficace.

Une solution avantageuse consiste à alterner les décontaminations à chaud et à froid, en changeant de réactif.

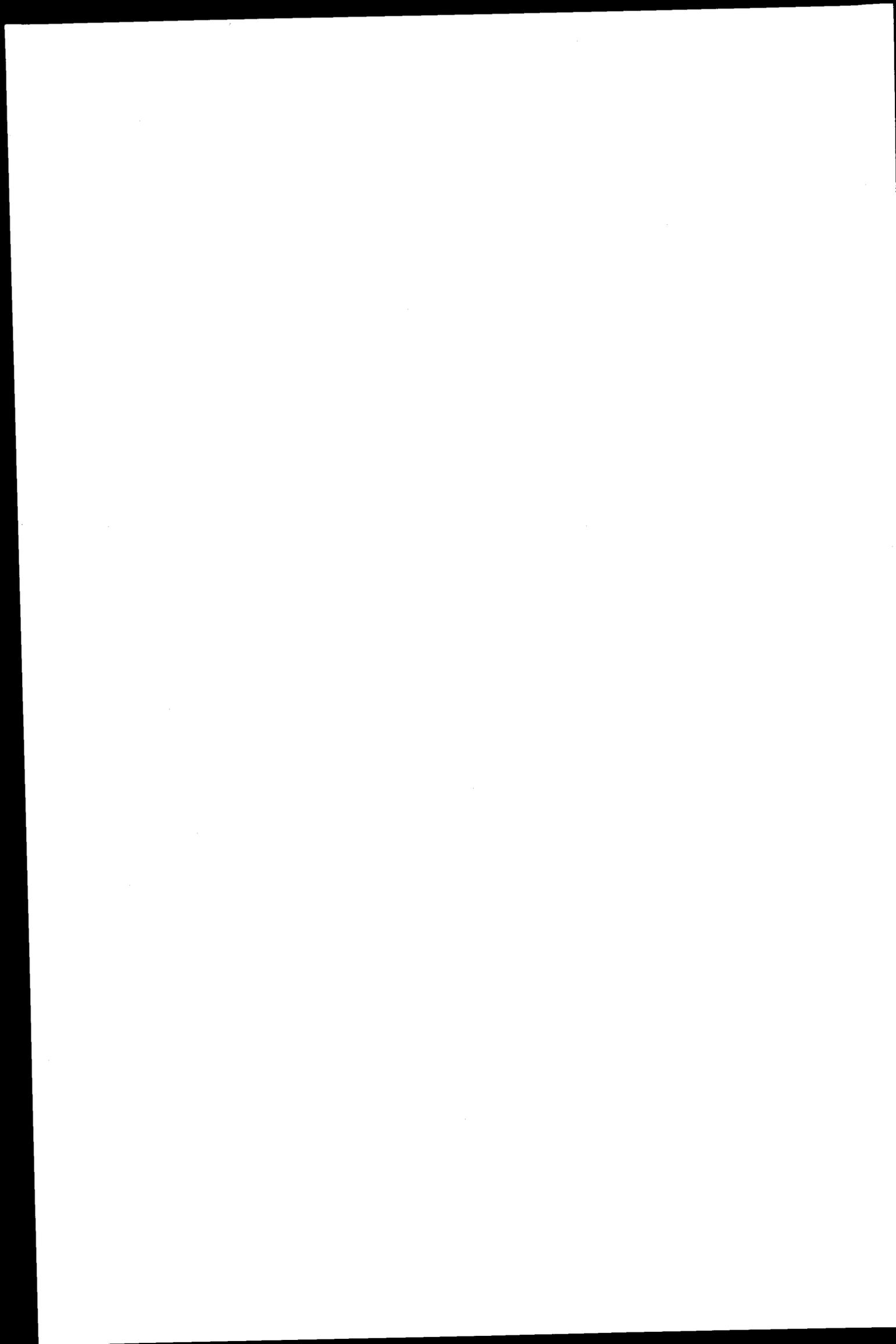
- 2° - Avant d'être rejetée aux effluents, une solution de décontamination est généralement recyclée une douzaine de fois. En admettant une consommation de vapeur de 5% , la condensation de la vapeur impose donc d'utiliser au départ des volumes de réactifs dans le rapport 60/100, 100 étant le volume du réservoir.
- 3° - Les réactifs de décontamination les plus courants, utilisés entre deux lavages à l'eau, sont l'acide nitrique (3 à 5 N) et la soude (4 N). Mais on peut, suivant les cas, utiliser d'autres réactifs : acide tartrique, permanganate, eau oxygénée ajoutée à la soude, réducteurs, détergents etc....



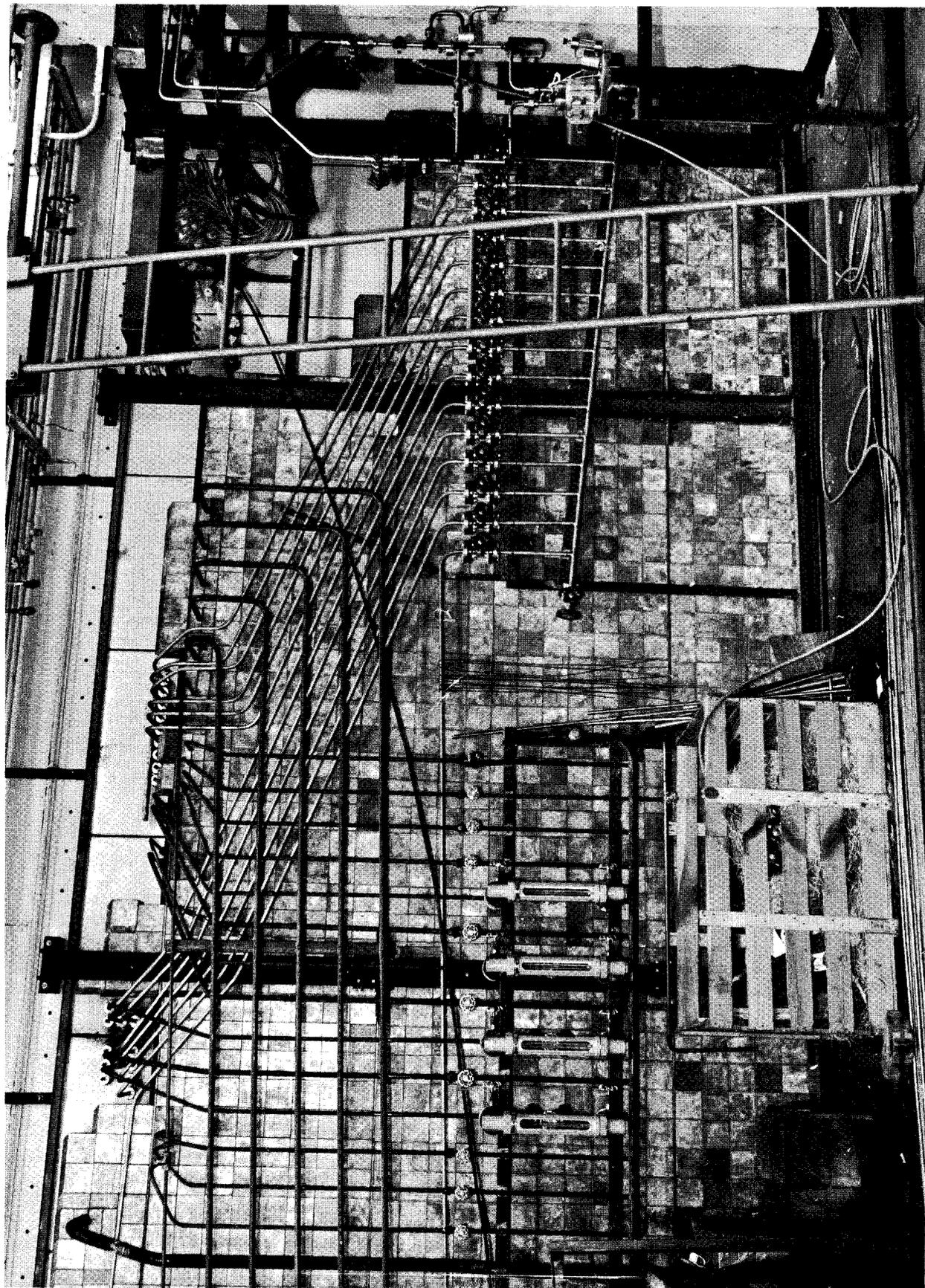
**PRINCIPE DE RECYCLAGE DE DECONTAMINATION**



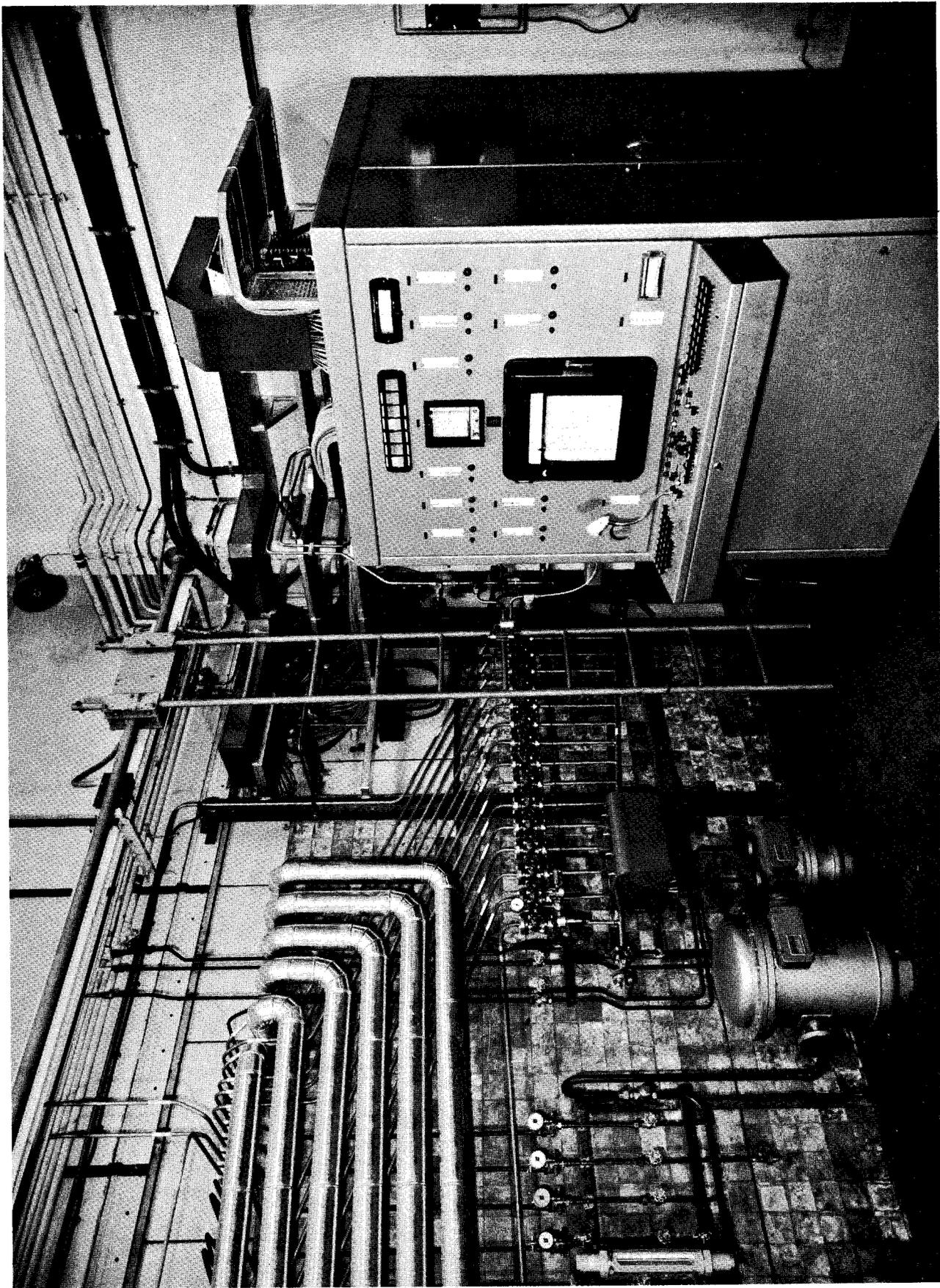
**EJECTEUR A VAPEUR**



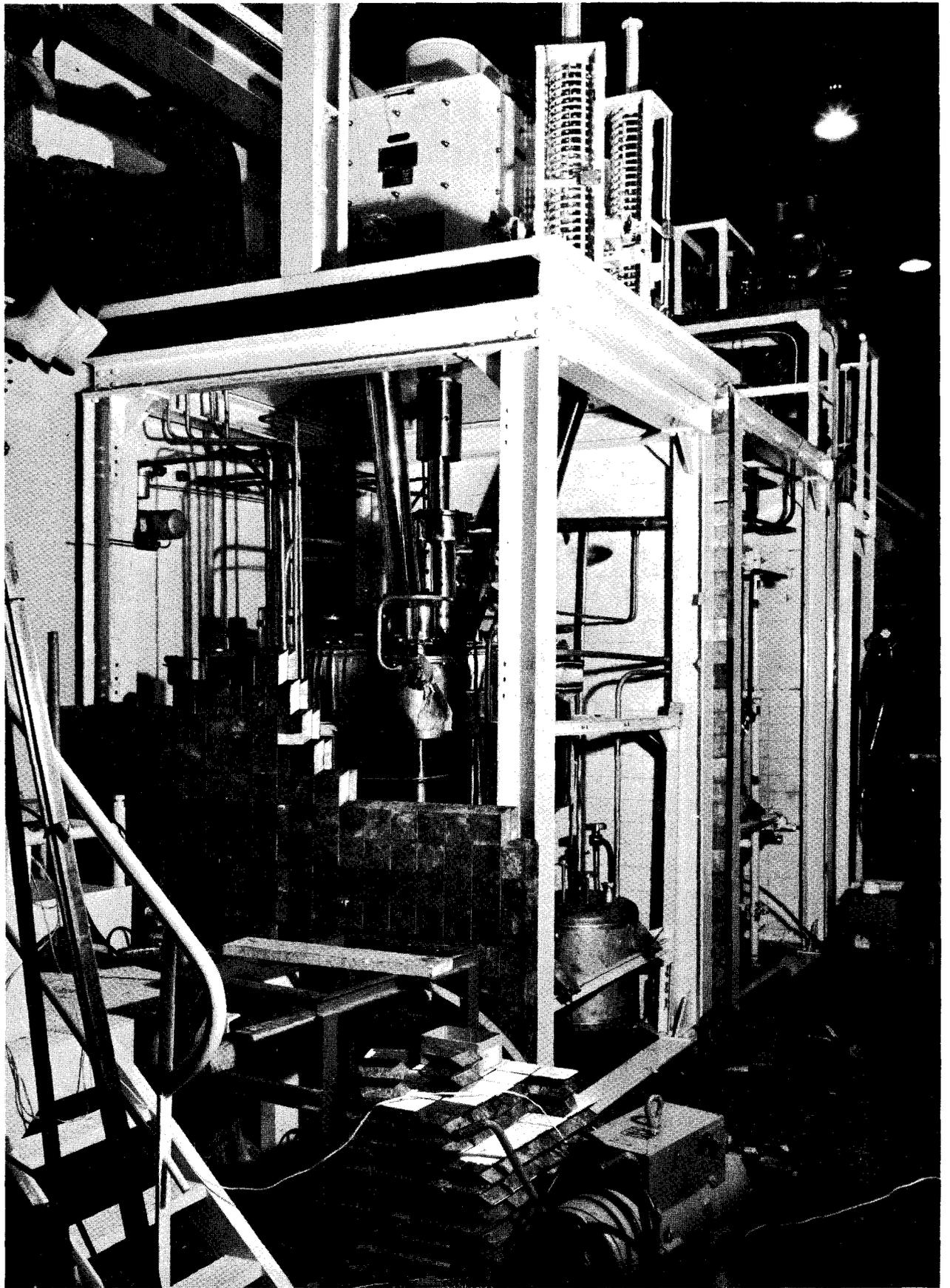
IX - ANNEXE II  
PHOTOGRAPHIES ET SCHEMAS GENERAUX  
DE L'INSTALLATION



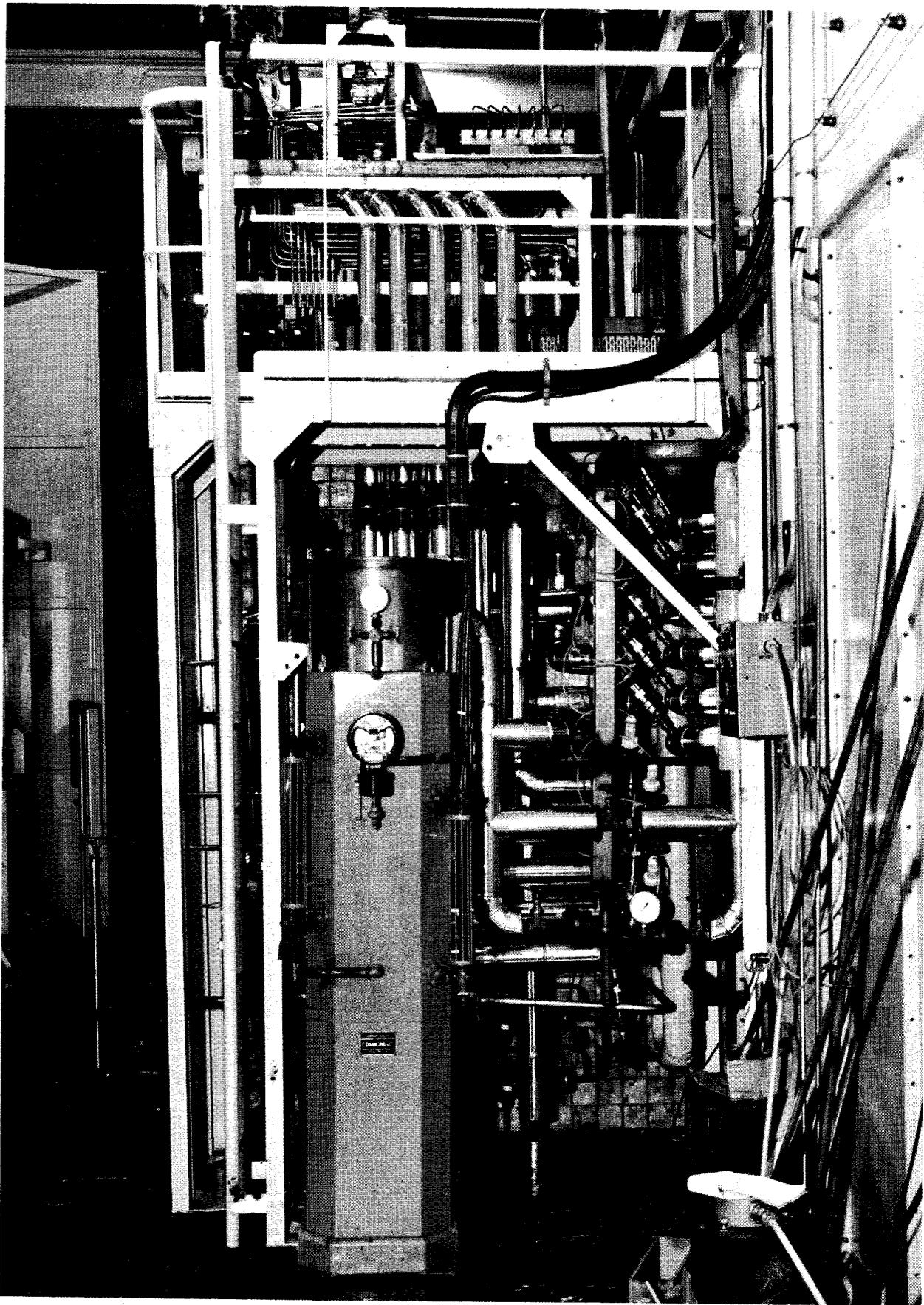
Face avant de l'installation  
(en construction)



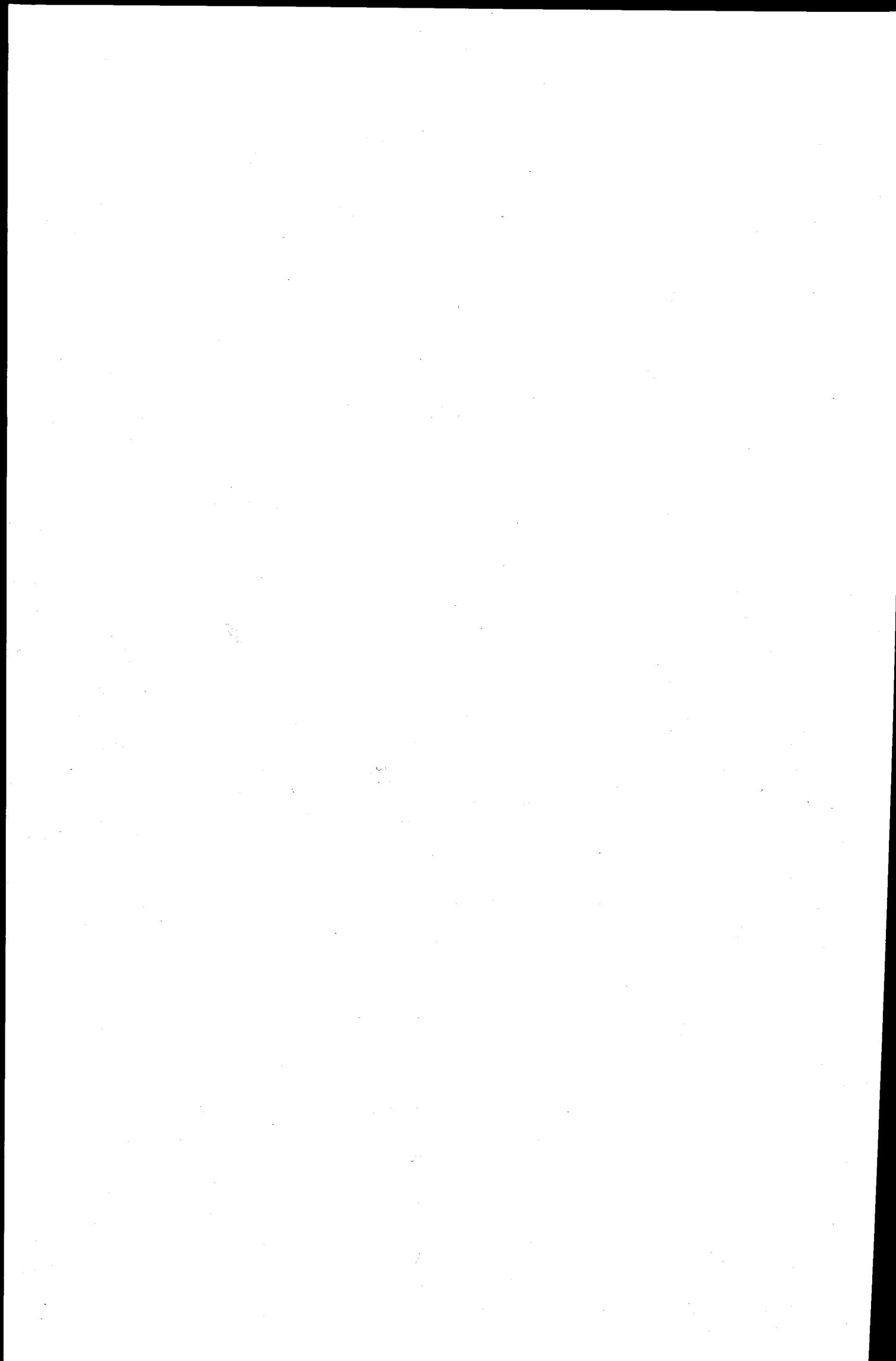
Pupitre et zone de commande  
de l'appareillage

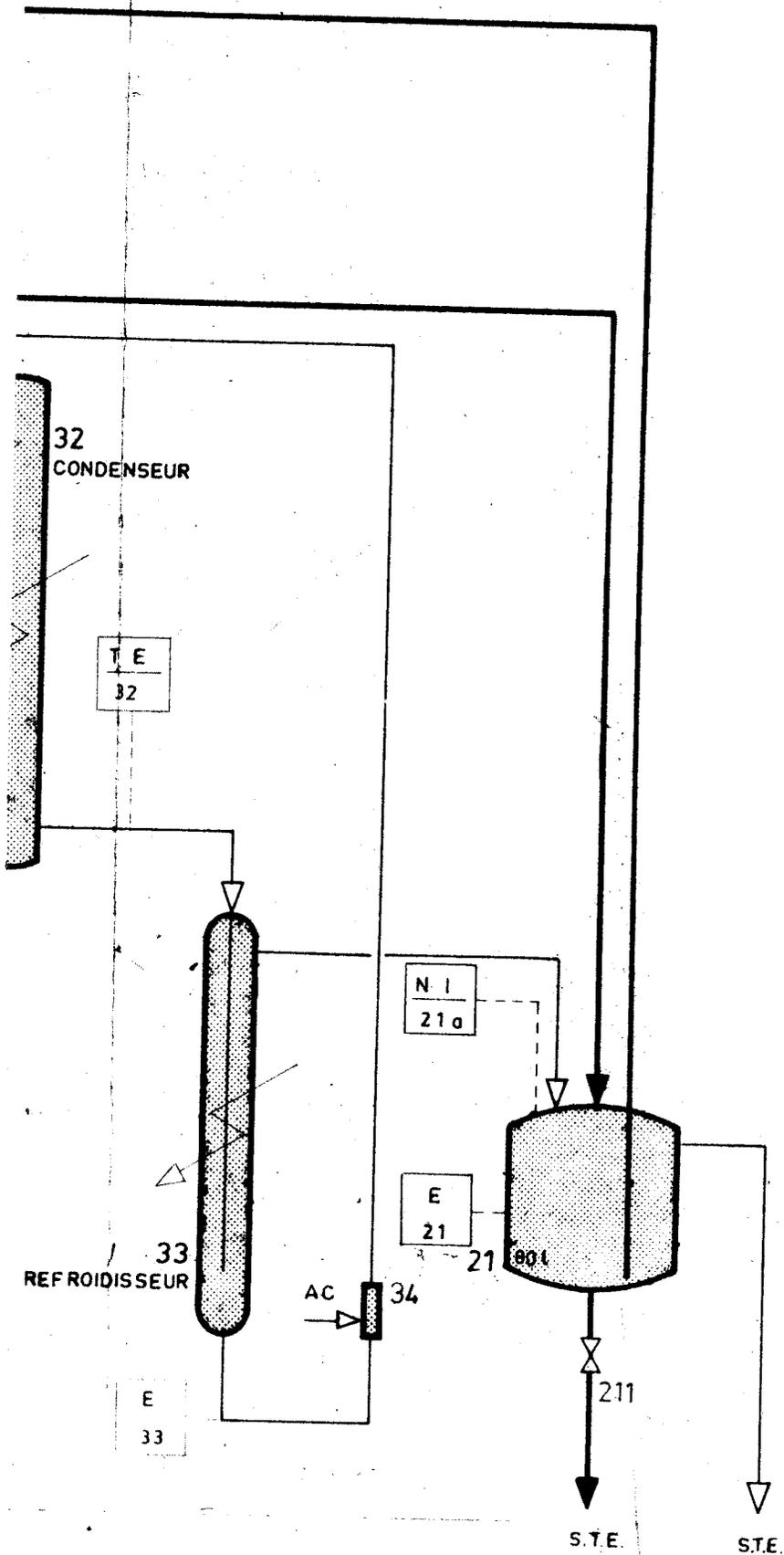


Cellules en construction dans la zone active

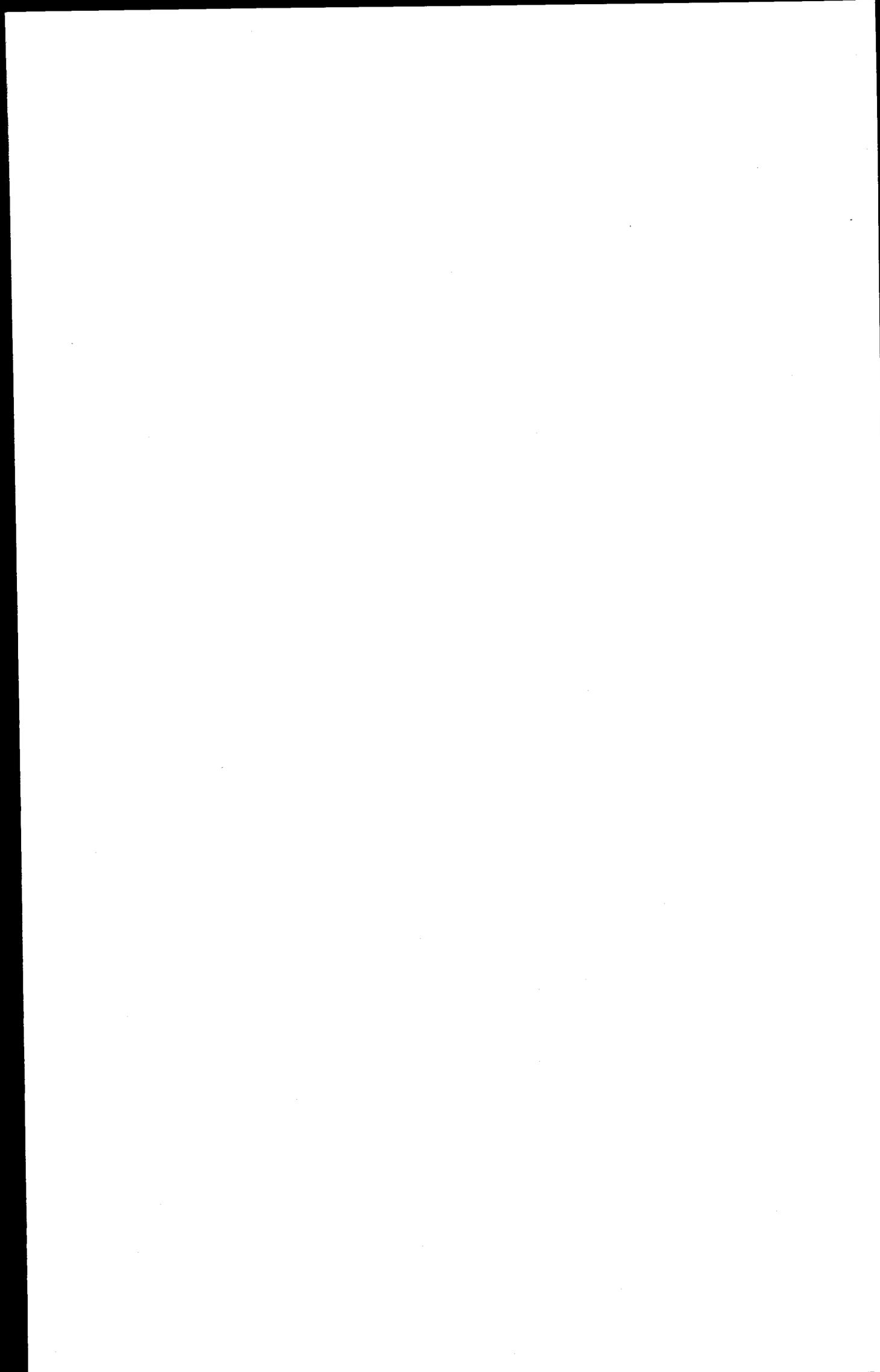


Chaudière 100 kW et poste de détente de la vapeur

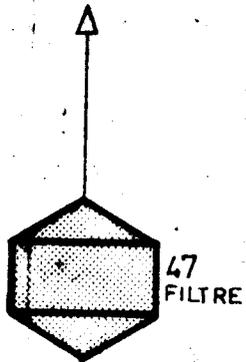




SPFC-877



EXTRACTION



EAU

TI  
32 b



D

33  
REFROIDISSEUR

TI  
33



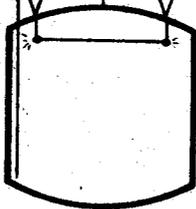
V

68

AC

Q1  
34

21

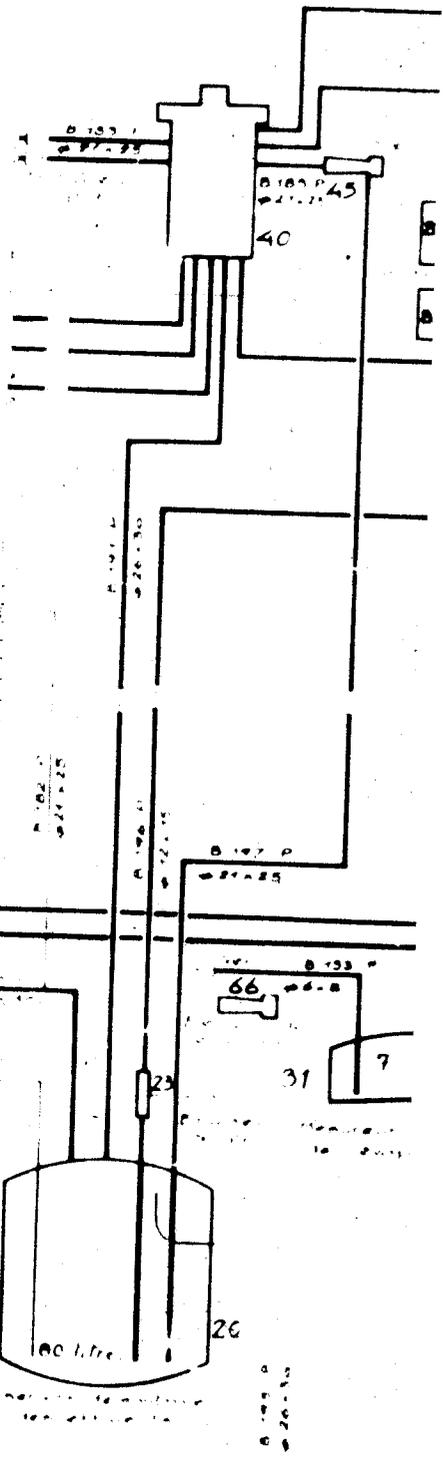


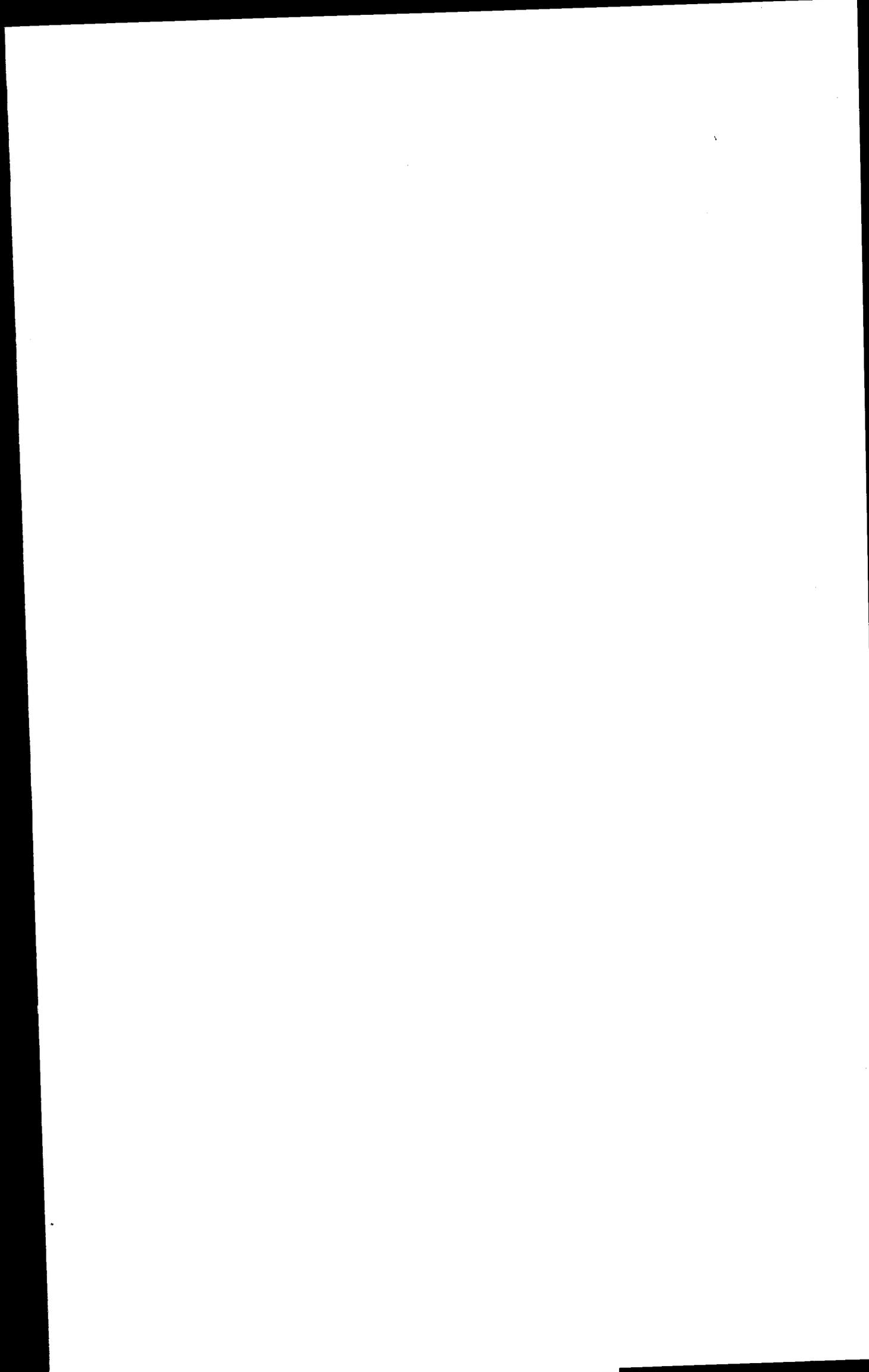
34

Q1  
32

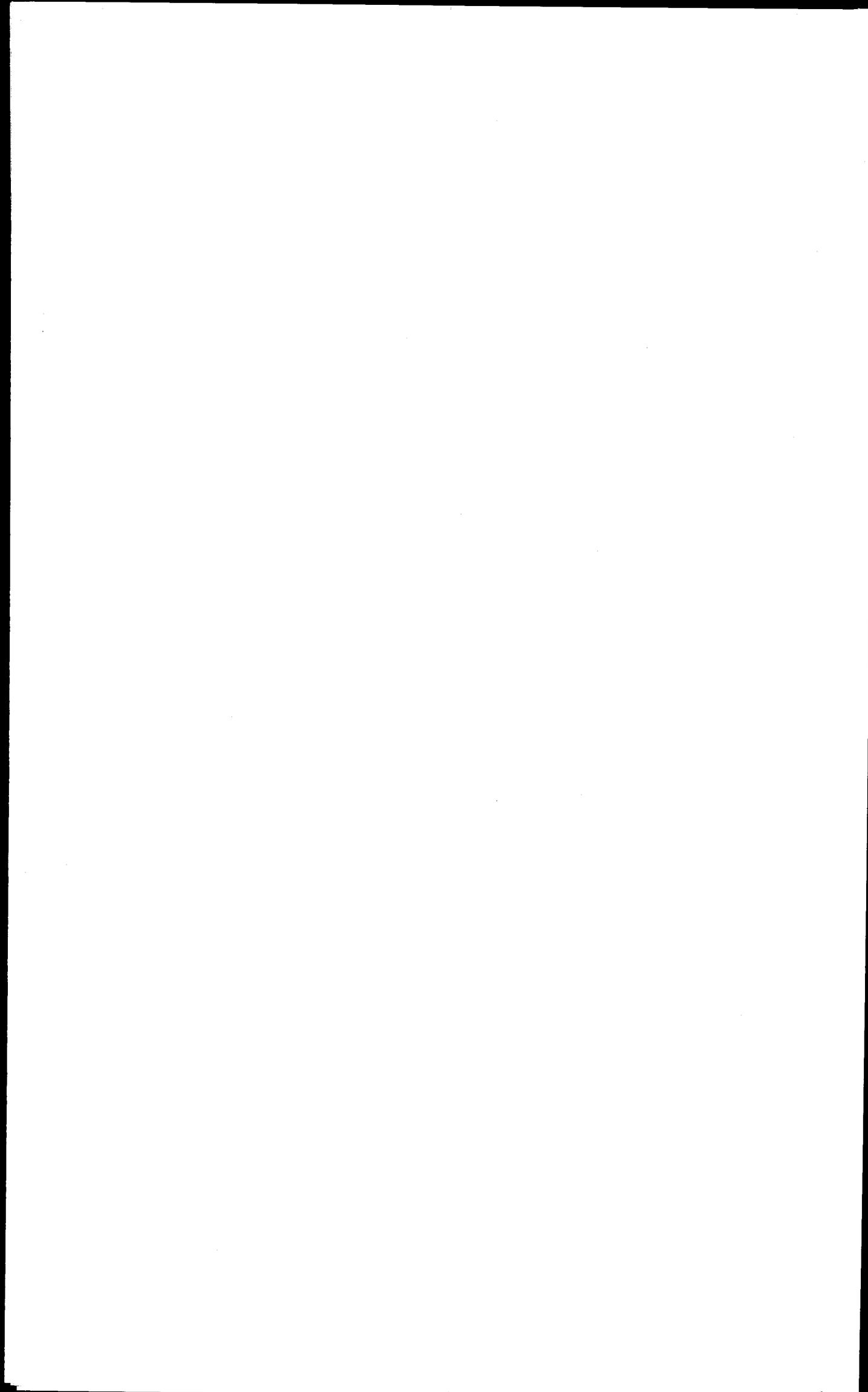
SPFLC-878











Detail - D  
VIA: 10/11/50

L 000 (RND)  
L 000 (RND)

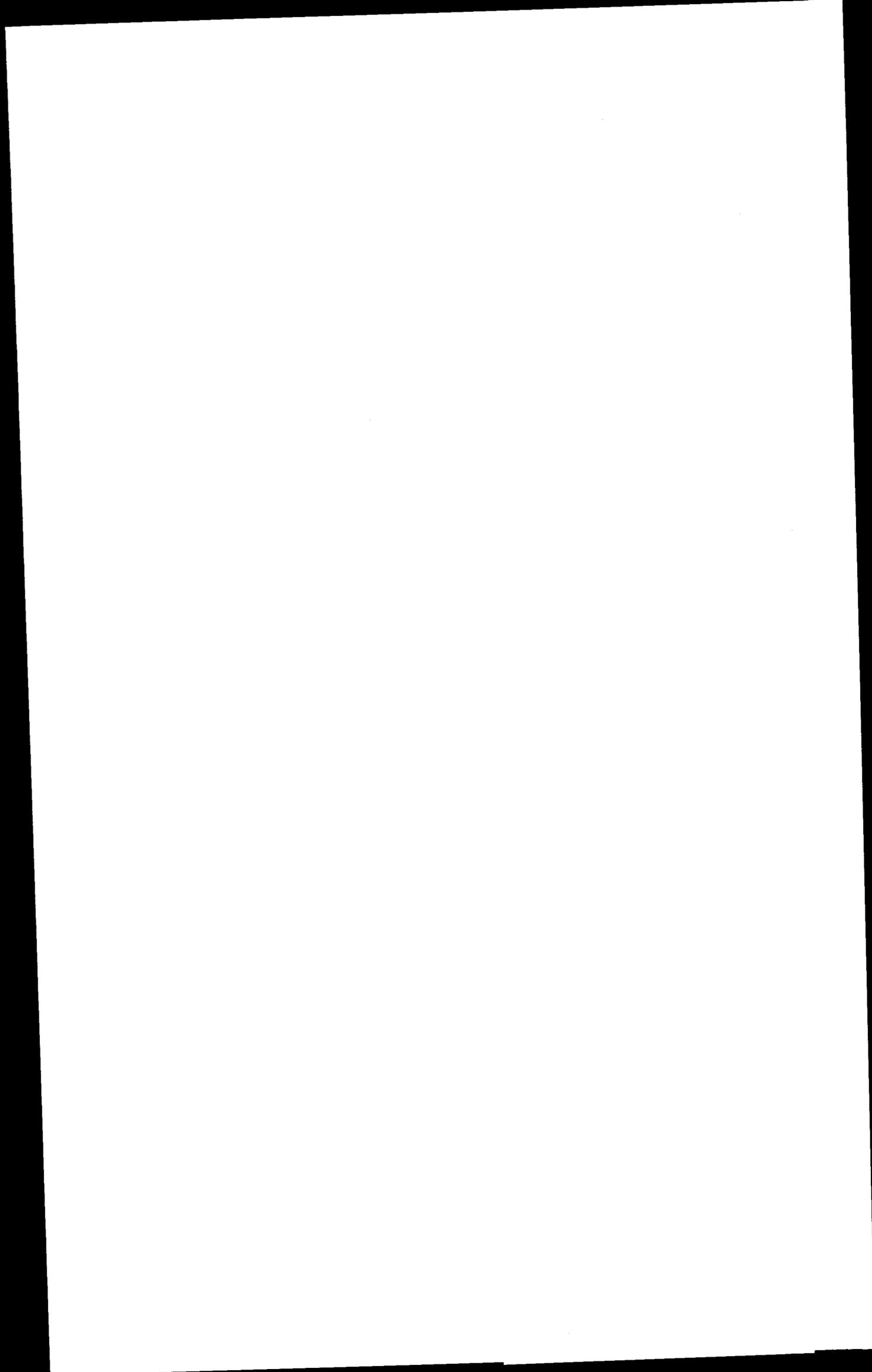
Detail - C  
VIA: 10/11/50

L 000 (RND)

VITES VOIT plan: 1124-18299

1715

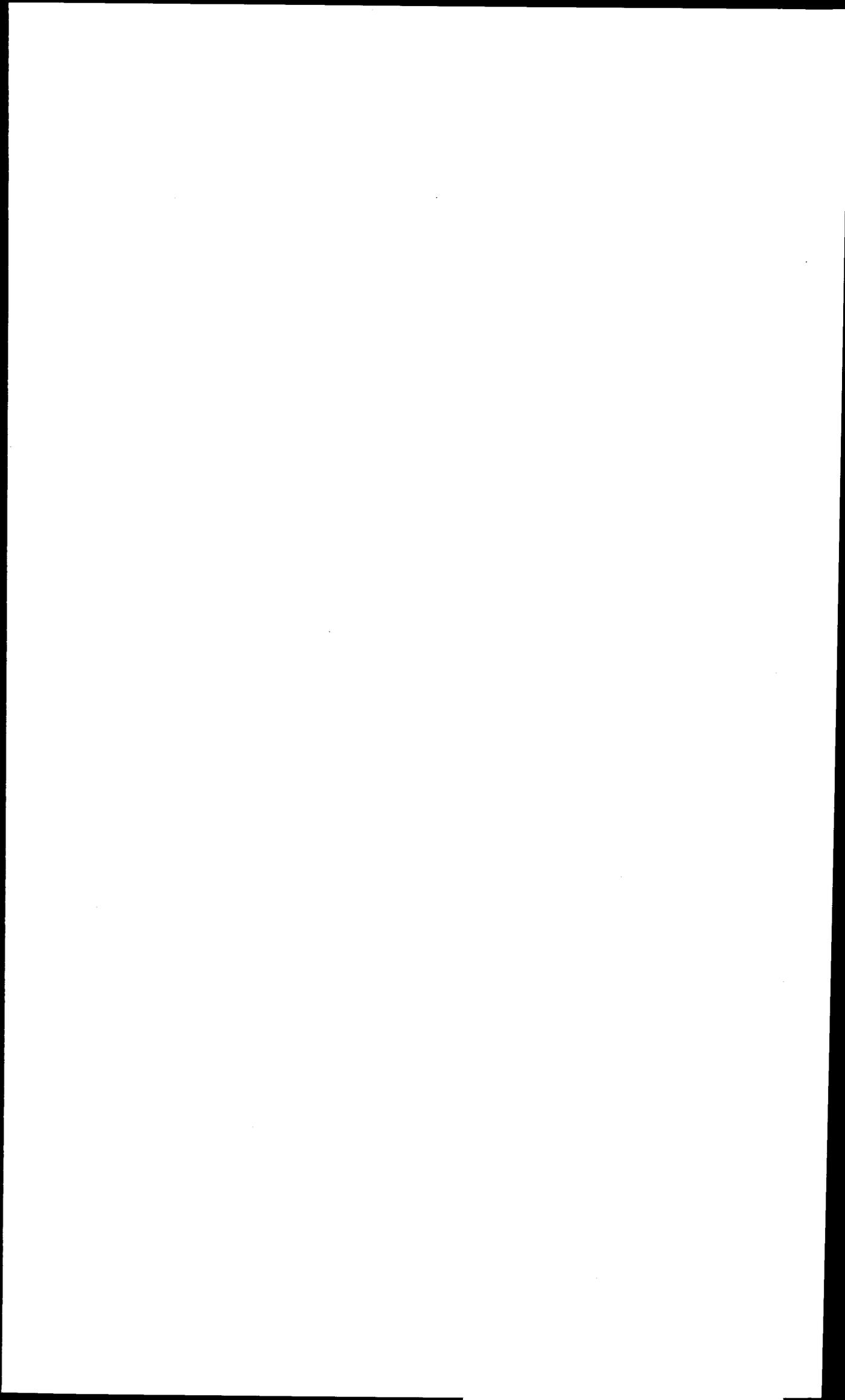
SPFCr 869



SPF Cr 470



SPFCr. B71



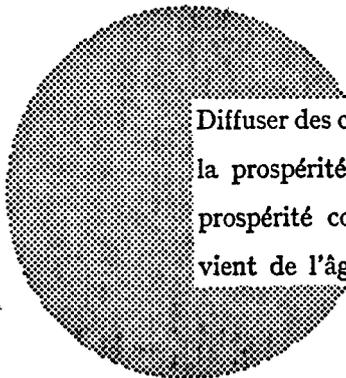
#### AVIS AU LECTEUR

Tous les rapports Euratom sont signalés, au fur et à mesure de leur publication, dans le périodique mensuel **EURATOM INFORMATION**, édité par le Centre d'information et de documentation (CID). Pour souscrire un abonnement (1 an : FF 75, FB 750) ou recevoir un numéro spécimen, prière d'écrire à :

**Handelsblatt GmbH**  
**"Euratom Information"**  
**Postfach 1102**  
**D-4 Düsseldorf (Allemagne)**

ou à

**Centrale de vente des publications**  
**des Communautés européennes**  
**37, rue Glesener**  
**Luxembourg**



Diffuser des connaissances c'est distribuer de la prospérité — j'entends la prospérité collective et non la richesse individuelle — et cette prospérité contribue largement à la disparition du mal qui nous vient de l'âge des ténèbres.

**Alfred Nobel**

## BUREAUX DE VENTE

Tous les rapports Euratom sont vendus dans les bureaux suivants, aux prix indiqués au verso de la première page de couverture (lors de la commande, bien indiquer le numéro EUR et le titre du rapport, qui figurent sur la première page de couverture).

### CENTRALE DE VENTE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

37, rue Glesener, Luxembourg (Compte chèque postal N° 191-90)

#### BELGIQUE — BELGIE

MONITEUR BELGE  
40-42, rue de Louvain - Bruxelles  
BELGISCH STAATSBAD  
Leuvenseweg 40-42 - Brussel

#### LUXEMBOURG

CENTRALE DE VENTE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
37, rue Glesener - Luxembourg

#### DEUTSCHLAND

BUNDESANZEIGER  
Postfach - Köln 1

#### NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ  
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

#### FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
26, rue Desaix - Paris 15°

#### UNITED KINGDOM

H. M. STATIONERY OFFICE  
P.O. Box 569 - London S.E.1

#### ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO  
Piazza G. Verdi, 10 - Roma

EURATOM — C.I.D.  
29, rue Aldringer  
Luxembourg