

P2

SYSTEME MULTIFONCTIONS

WAUTHIER J.- FIORI R.  
Compagnie Generale des Matieres Nucleaires, 30 - Bagnols-sur-Ceze  
(FR). Etablissement de Marcoule

ommunication présentée à : Technology Outlook Meeting

Pierrelatte (FR)  
18-19 Apr 1990

*Cogema - Cout. 50-1*

# **CARREFOUR TECHNOLOGIQUE**

## **COGEMA PIERRELATTE**

**AVRIL 1990**

**SYSTEME MULTIFONCTIONS**

*200*

**J. WAUTHIER  
R. FIORI**

**MARCOULE**

FEVRIER 1990

**COGEMA MARCOULE**

**SERVICES TECHNIQUES**

**SYSTEME MULTIFONCTION**

**R. FIORI**

**J. WAUTHIER**

*Cogema - Conf. 90-1*  
*FR 9.10.2116*

**CARREFOUR TECHNOLOGIQUE**  
**COGEMA PIERRELATTE**  
**AVRIL 1990**

**SYSTEME MULTIFONCTIONS**

**J. WAUTHIER**  
**R. FIORI**

**MARCOULE**

FEVRIER 1990

**COGEMA MARCOULE**

**SERVICES TECHNIQUES**

**SYSTEME MULTIFONCTION**

**R. FIORI**

**J. WAUTHIER**

## **SYSTEME MULTIFONCTION**

- 1 HISTORIQUE**
  
- 2 DESCRIPTION DU SYSTEME**
  - 2.1 DESCRIPTION**
  - 2.2 APPLICATION A LA DISCOVANNE**
  - 2.3 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE LA DISCOVANNE**
  
- 3 MISE EN PLACE D'UN SOUS-ENSEMBLE TYPE DISCOVANNE**
  - 3.1 MISE EN PLACE**
  - 3.2 EXTRACTION**
  
- 4 DEVELOPPEMENT**
  - 4.1 SUIVI QUALITE**
  - 4.2 MACHINE DE CONTROLE DES PORTEES**
  - 4.3 MACHINE DE REUSINAGE DES PORTEES**
  
- 5 BILAN**

**ANNEXE I : Contrôle in-situ des sièges d'embase**

**ANNEXE II : Documentation technique FOGALE**

## **1 HISTORIQUE**

## **1 HISTORIQUE**

---

Lors de la création de l'atelier RBES, à Marcoule, l'établissement a été amené à développer un procédé original, s'installant en un point déterminé d'un circuit et pouvant, selon les besoins, permettre rapidement la modification de la fonction du circuit par le changement de l'insert qui y est inclus. Le changement de cet insert sur circuit irradiant est particulièrement privilégié puisqu'il peut se faire en aveugle sous protection biologique (schéma 1).

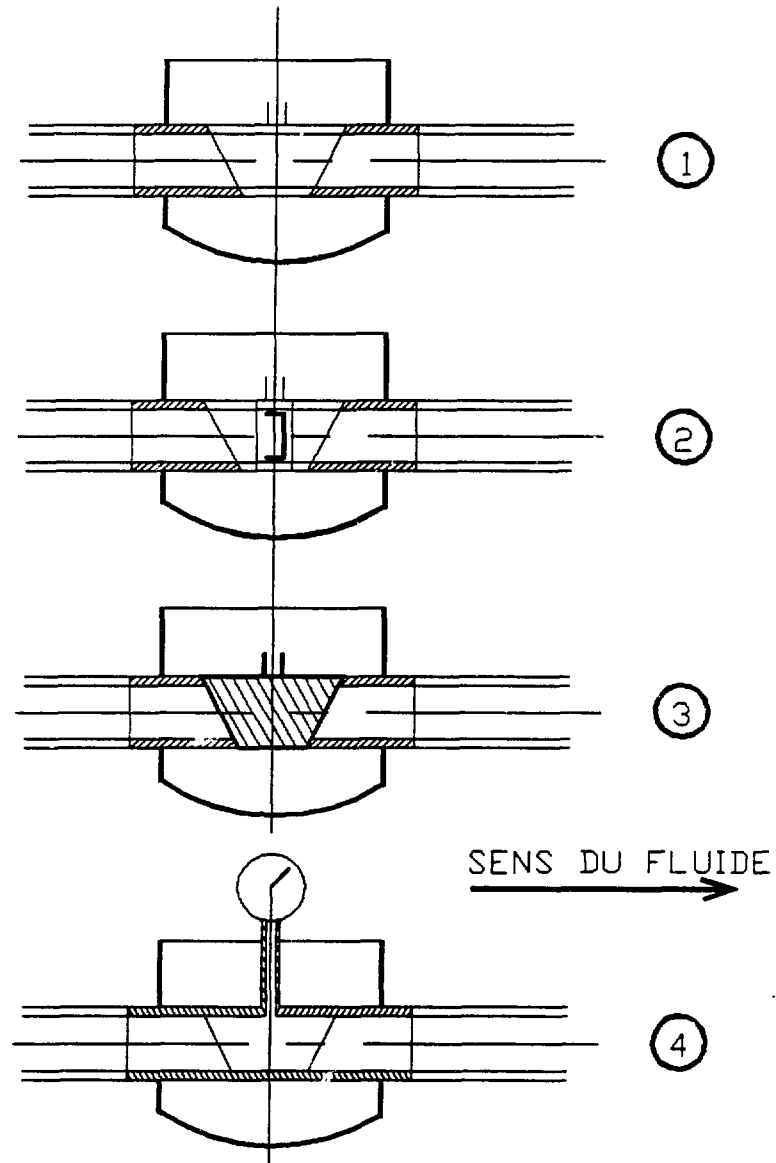
Ce développement s'est avéré nécessaire en fonction :

. Des nouveaux concepts d'interventions en milieux hostiles :

- Plus de réparation sur place
- Remplacement systématique par du neuf ou du rénové
- Evacuation en enceinte biologique vers un site spécialisé dans la réparation ou la mise aux déchets



## SCHEMA 1



### MODIFICATIONS DES FONCTIONS D'UN CIRCUIT

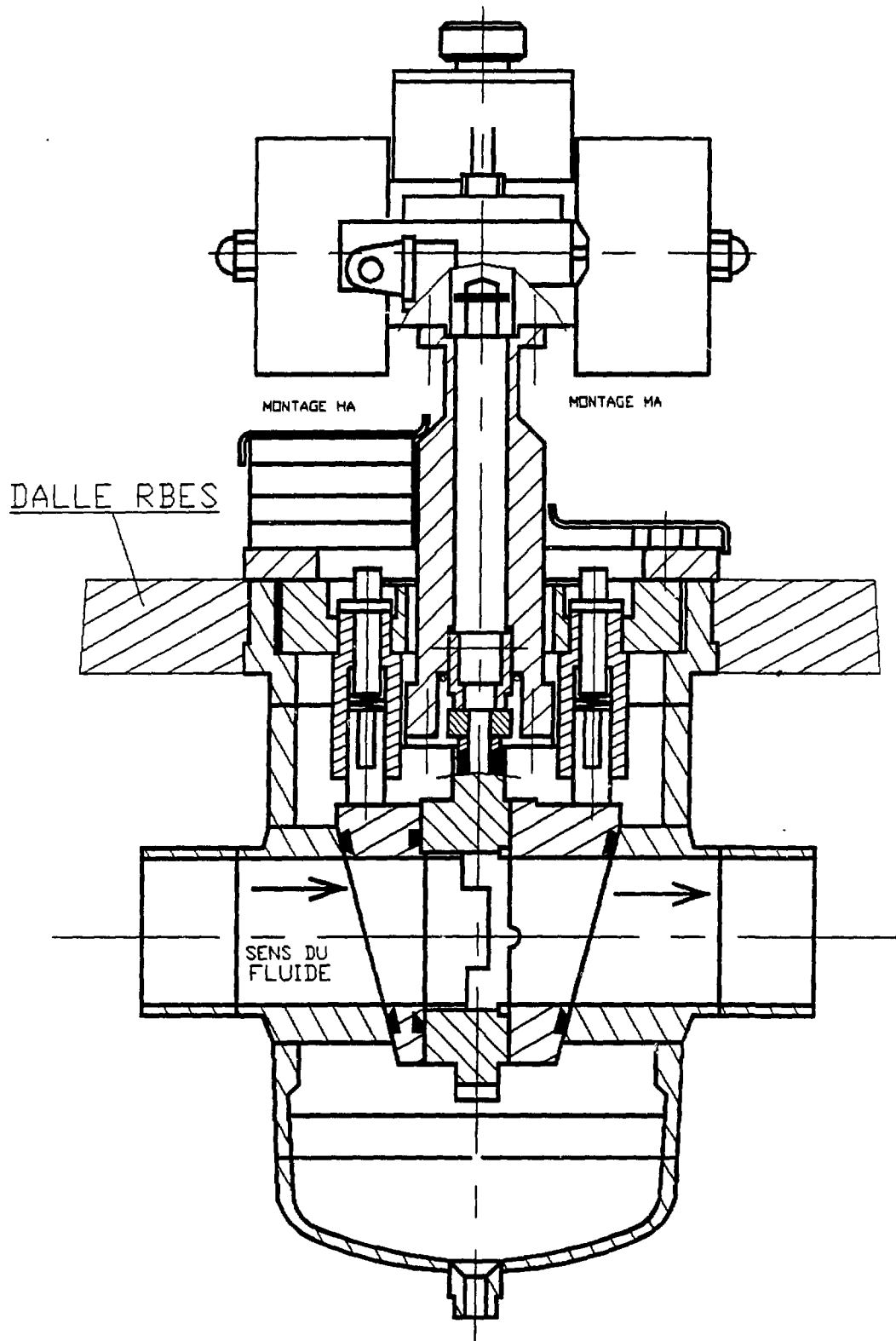
- ① INSERT RECONSTITUANT LE CIRCUIT D'ORIGINE
- ② INSERT VANNE
- ③ INSERT CONSIGNATION
- ④ INSERT CONTROLE

. D'un manque de développement de matériels industriels répondant aux critères d'emploi du nucléaire. En effet, le qualificatif "nucléaire" souvent utilisé par les fabricants, soucieux d'apporter un "plus" dans la présentation de leurs produits, concerne en général l'emploi de métaux ou de matières qui sont, pour des raisons de décontamination ou de tenues aux radiations, utilisés dans l'énergie nucléaire, tels que les aciers inox ou le PTFE, alors que les problèmes de protection biologique, de maintenance, d'interchangeabilité, ou de téléintervention ne sont, et parce que particuliers à une expérience acquise en travail actif, pas pris en compte par ces fabricants.

C'est pourquoi, dans le cadre de l'affaire RBES, les Services Techniques ont développé le concept du SYSTEME MULTIFONCTION en étudiant en priorité l'insert vanne. Pour ce faire, nous avons apporté à du matériel du commerce (DISCOVANNE GACHOT) sélectionné après synthèse des résultats obtenus lors de la mise en compétition de plusieurs marques de vannes (Servinox, Auxim ...), les modifications minimales autorisant son emploi dans le SYSTEME MULTIFONCTION, le but étant d'utiliser pour la fonction insert, des appareillages du commerce ayant fait leurs preuves et ne nécessitant pas de développement long, coûteux et hasardeux (schéma 2).

Le système est complété par des outillages annexes pour les opérations de maintenance :

SCHEMA 2



- . Châteaux : réalisés
- . Operculaires : réalisés
- . Outillages de contrôle des portées : Stade du prototype
- . Outillages de reprise des portées : Etude en cours

Remarque :

Le montage des vannes dans RBES est réalisé en "Carneau" ; cela implique que l'accès ne peut s'opérer que par le dessus à l'aide des outillages spécifiques (châteaux et operculaires). Cependant, dans le cas d'utilisation dans d'autres positions, par exemple en B.A.G. blindées, les interventions pourraient se réaliser différemment.

## **2 DESCRIPTION DU SYSTEME MULTIFONCTION**

## 2 DESCRIPTION DU SYSTEME MULTIFONCTION

---

### 2.1 DESCRIPTION :

Il se compose de plusieurs parties distinctes (schéma 3).

- . Une partie fixe ou "Embase" qui est intégrée au circuit.
- . Une partie mobile ou "insert" qui vient se loger dans l'embase.
- . Un couvercle équipé.
- . Une bride de serrage du couvercle.

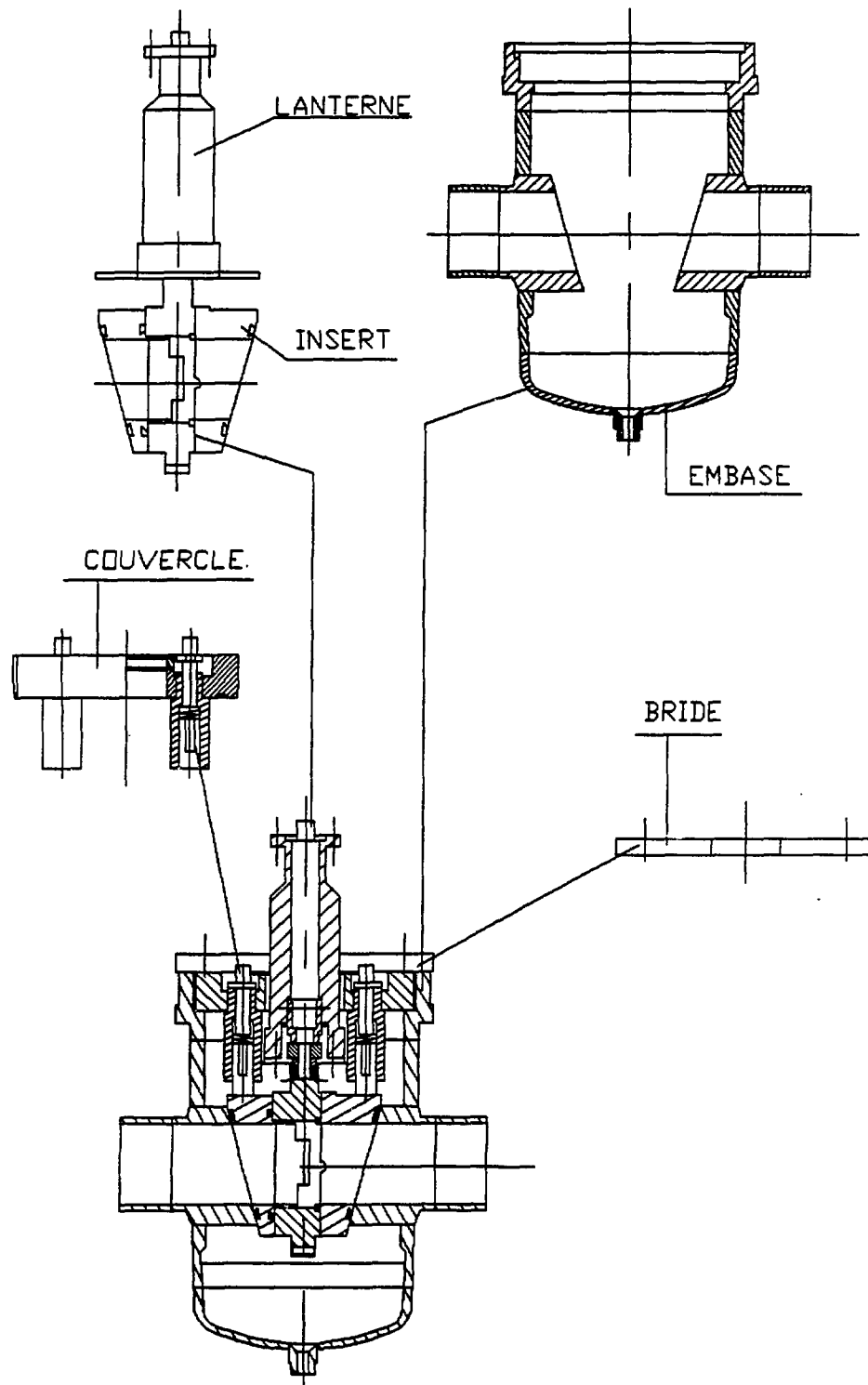
Pour certains montages :

- . Un système de motorisation
- . Des équipements spécifiques

### EMBASE :

C'est un ensemble mécanique constitué d'un bol et de deux embouts de tuyauteries tels qu'ils forment une rupture trapézoïdale dont la grande base est en partie supérieure. Le bol permet de récupérer des fuites éventuelles qui peuvent se produire en cas de défection d'un joint ou lors du remplacement de l'insert et d'assurer le maintien de celui-ci en formant de plus une deuxième barrière d'étanchéité.

SCHEMA 3



Lorsque l'implantation d'un SYSTEME MULTIFONCTION sur une tuyauterie d'un circuit est définie, on réalise une rupture sur celle-ci et on raccorde les deux tronçons aux embouts de l'embase (schéma 4).

#### INSERT :

C'est la partie fonctionnelle du système. Se logeant dans la rupture trapézoïdale des embouts du bol, il comporte toutes les parties sensibles (appuis, joints) et l'"organe procédé".

Cet organe peut être une vanne (manuelle, motorisée), un coin de consignation, un piquage (dérivation provisoire, prise de pression, rinçage, ...), un appareil de mesure, une pompe, en fait tout ou partie d'appareils du commerce, adaptés ou non, ou tout système développé spécialement à cet effet et pouvant se monter dans la partie centrale de l'insert dans la limite de la place disponible (schéma 1).

Une lanterne comportant un passage interne (arbre de motorisation, ...) complète l'insert et reçoit soit le champignon utilisé pour la manipulation de l'insert dans un château, soit un système de motorisation (schéma 2).

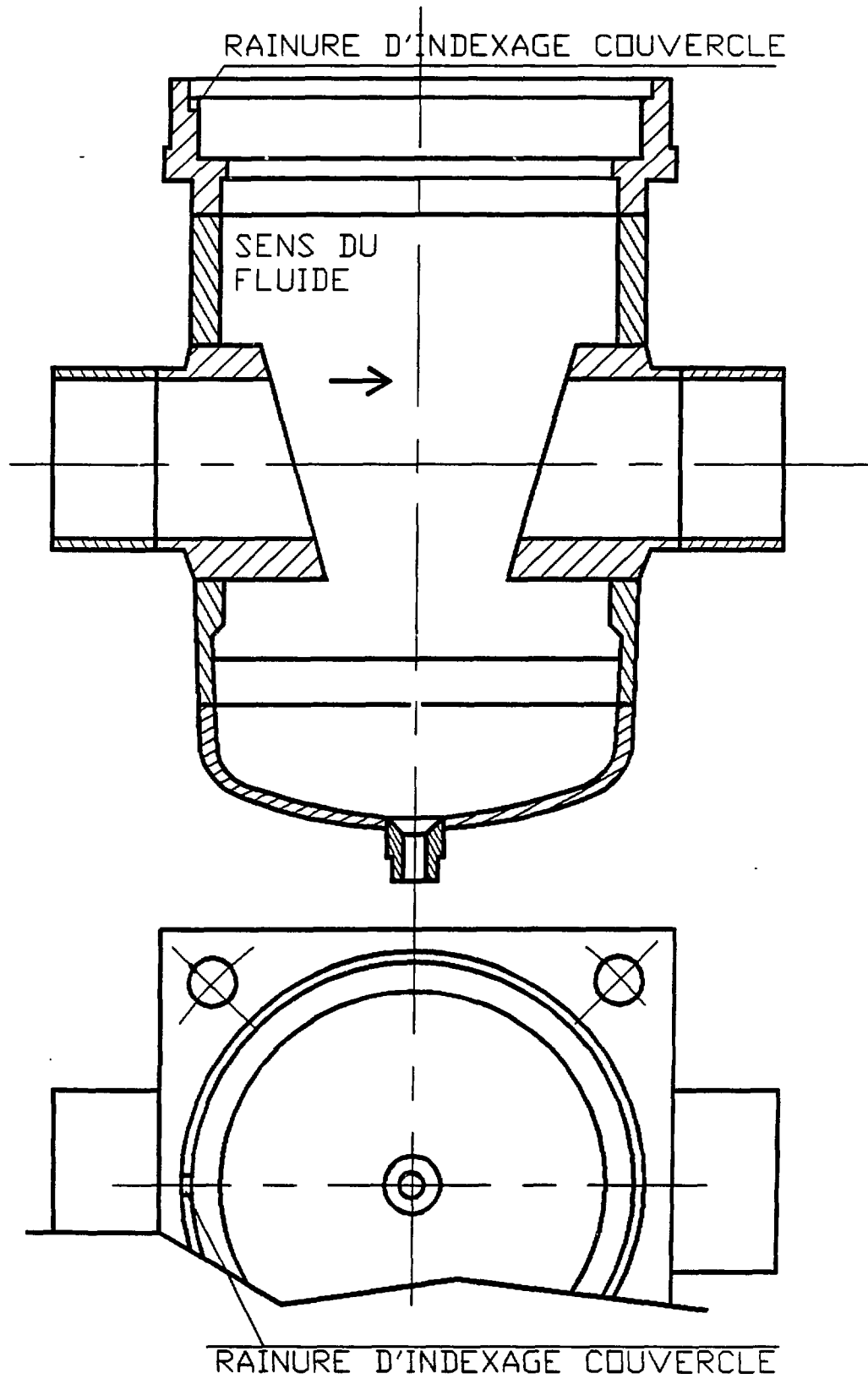
#### COUVERCLE :

Il referme la deuxième barrière d'étanchéité en venant prendre place sur la partie supérieure de l'embase.

Deux poussoirs permettent, en prenant appui sur l'insert, de maintenir celui-ci dans son logement en exerçant une



SCHEMA 4



pression continue au moyen d'un pack de rondelles élastiques.

Il autorise le passage de la lanterne (schéma 5).

#### **BRIDE DE SERRAGE :**

Vissée sur l'embase, elle assure le blocage du couvercle sur celle-ci. Dans le cas d'une utilisation type HA, une protection biologique qui prend place sur la bride permet de protéger l'environnement en assurant la continuité de la protection du platelage (schéma 6).

#### **SYSTEME DE MOTORISATION :**

Dans le cas de l'insert DISCOVANNE, ce système est un opérateur pneumatique aux normes ISO. Le mouvement est transmis à la DISCOVANNE par l'intermédiaire d'une tige d'entraînement logée dans la lanterne (schéma 7).

#### **EQUIPEMENTS SPECIFIQUES :**

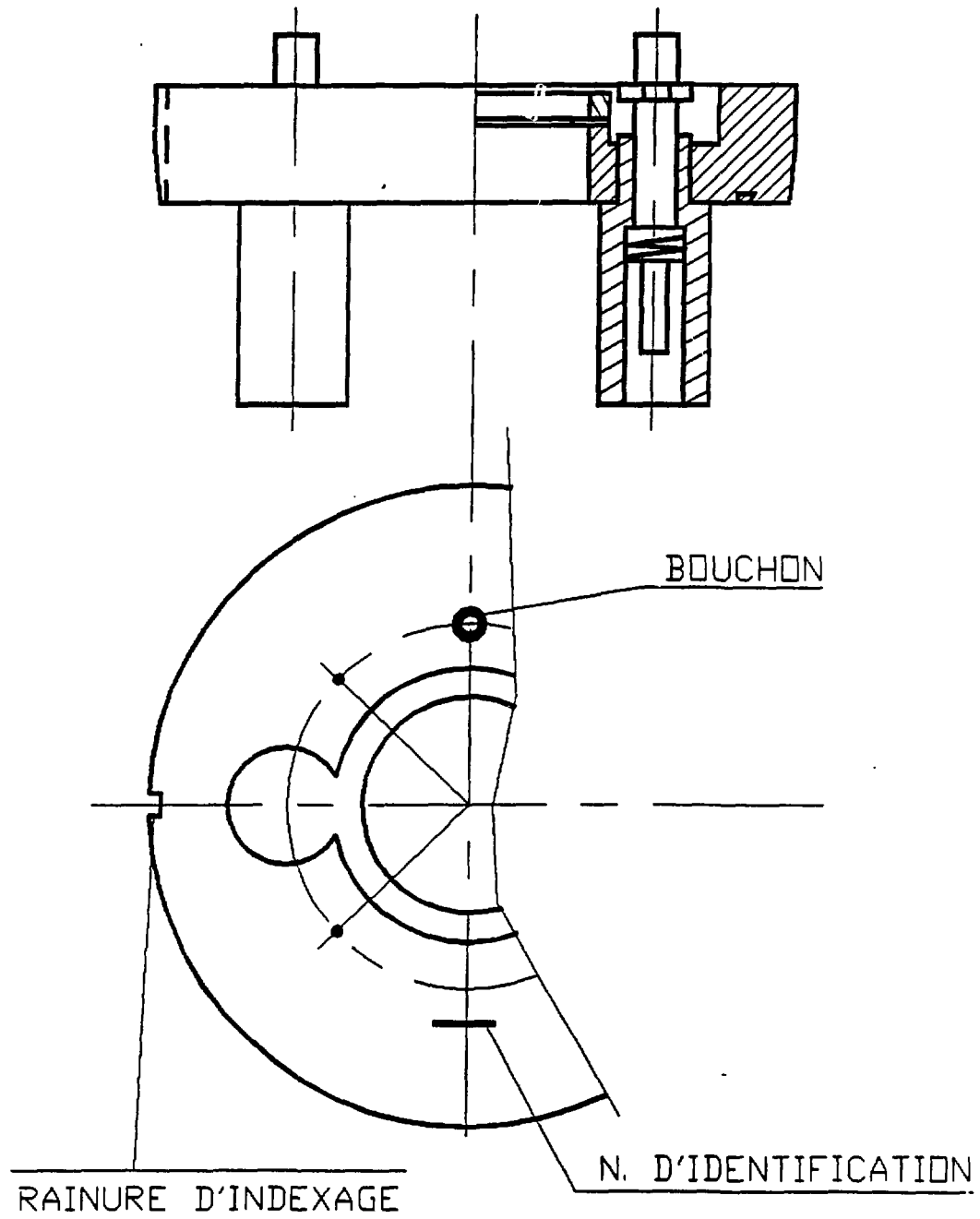
Ils permettent les interventions sur le SYSTEME MULTIFONCTION en assurant la protection biologique du personnel. Ils se composent de deux ensembles :

un ensemble operculaire

un ensemble château

SCHEMA 5

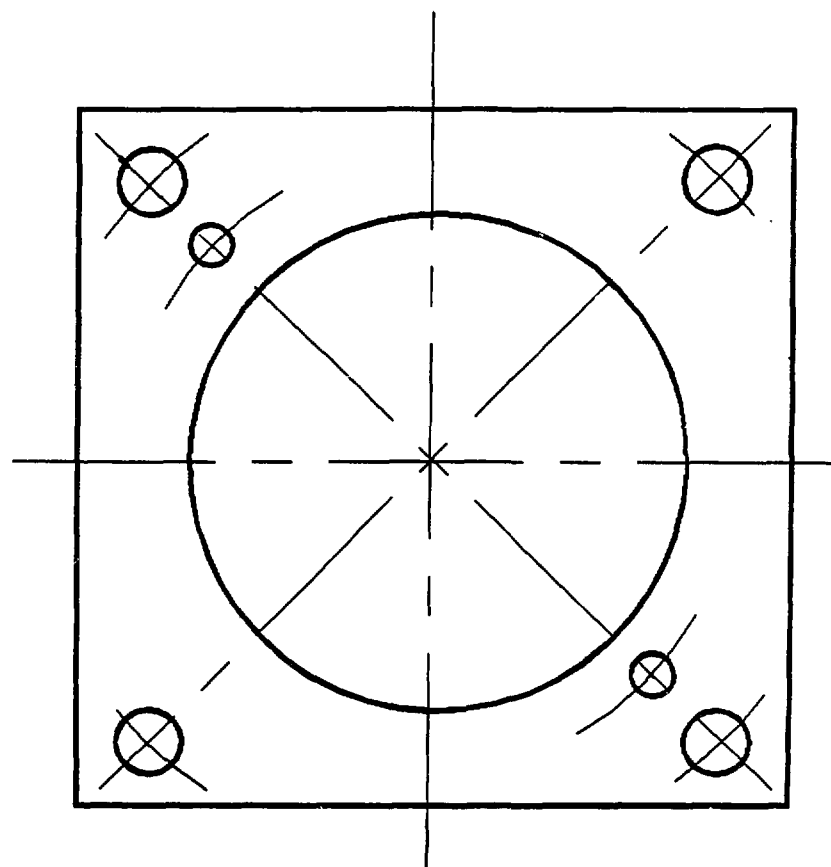
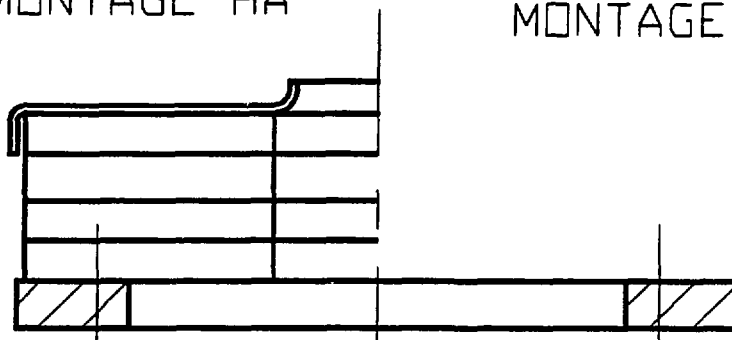
SENS DU FLUIDE  
→



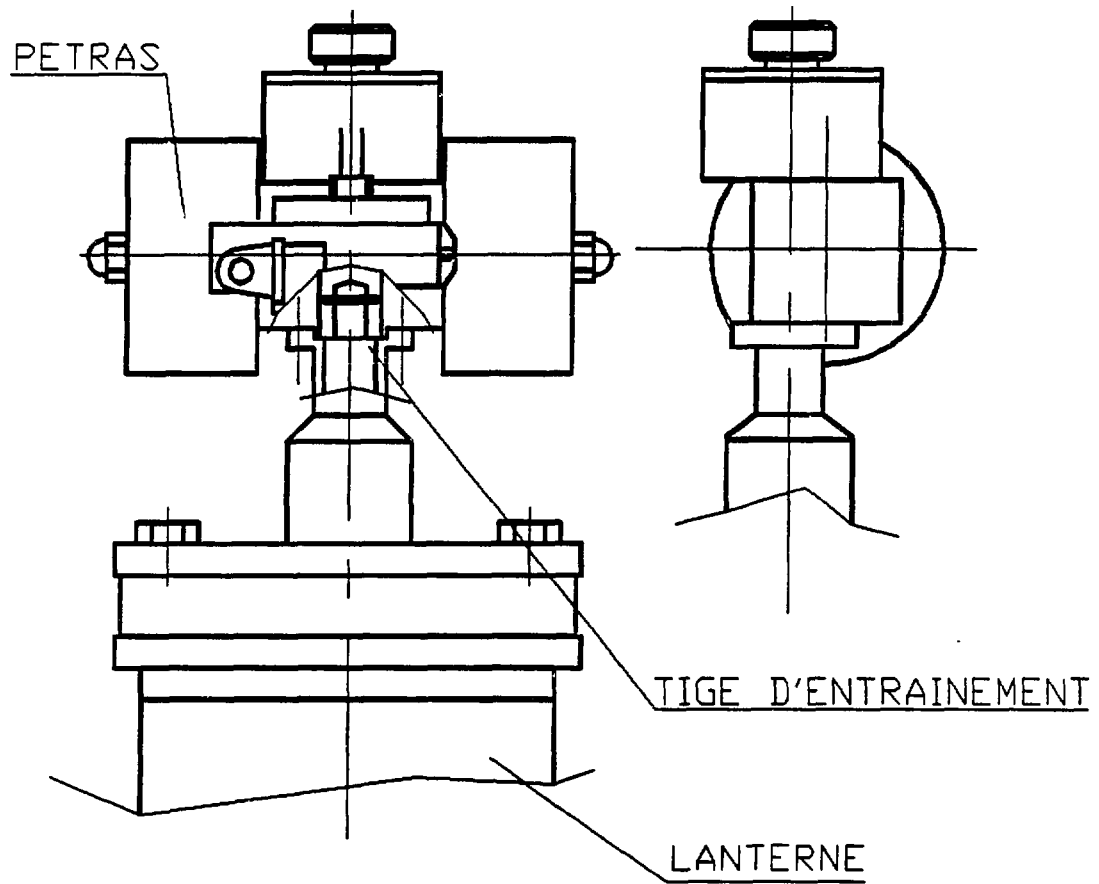
SCHEMA 6

MONTAGE HA

MONTAGE MA



SCHEMA 7



**ENSEMBLE OPERCULAIRE (schéma 8) :**

C'est une structure fermée qui prend place au-dessus de l'insert, après une préparation de celui-ci.

Il assure le confinement au moyen de tapes et d'une rehausse.

Sa mise en place et son utilisation font l'objet d'une procédure d'intervention. Il permet de mettre en communication le château et l'embase sans rupture de confinement.

Il existe actuellement deux operculaires.

l'un utilisé uniquement pour RBES

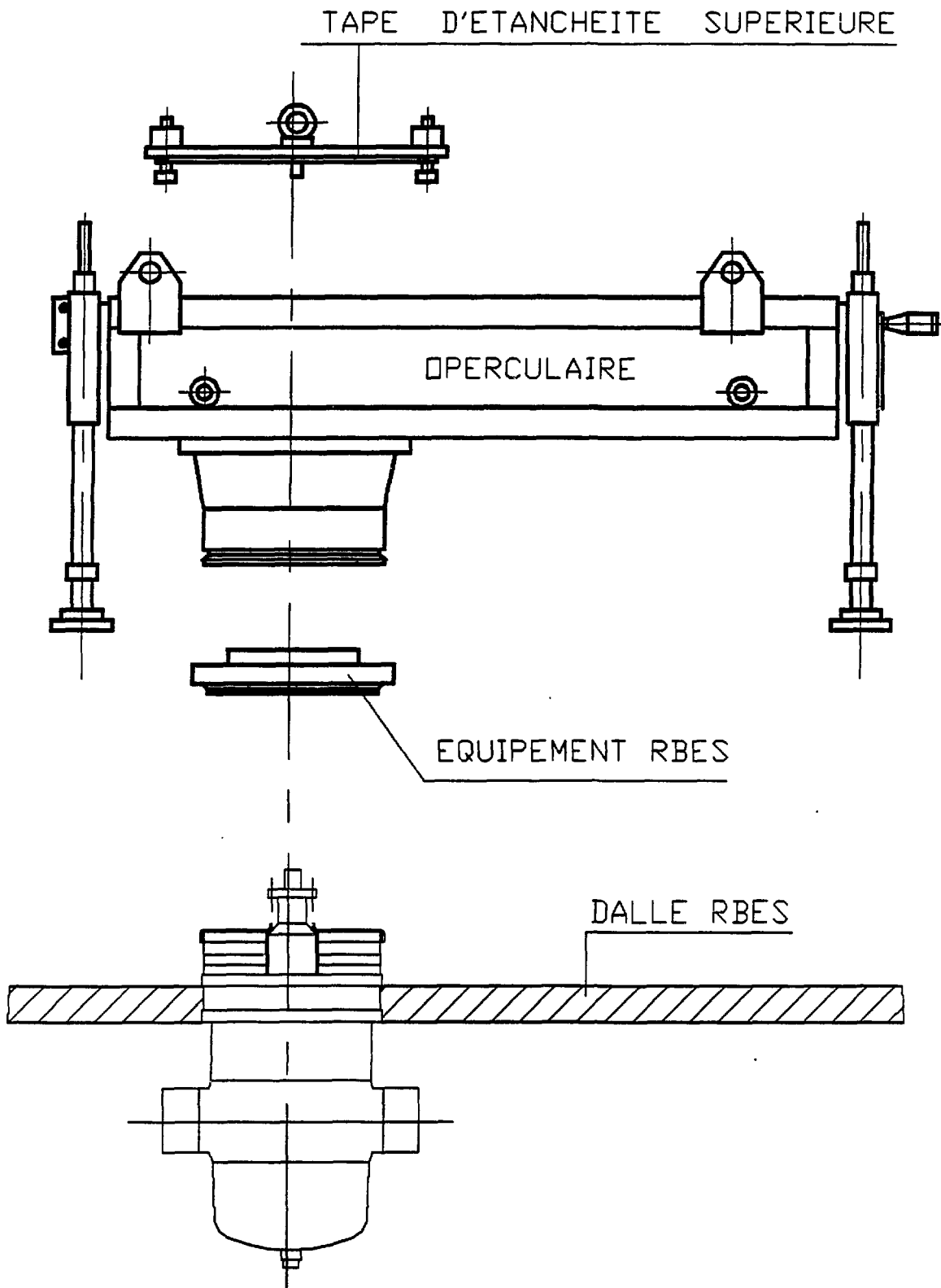
l'autre utilisé sur le site du puits d'échange (CDS).

**ENSEMBLE CHATEAU (schéma 9) :**

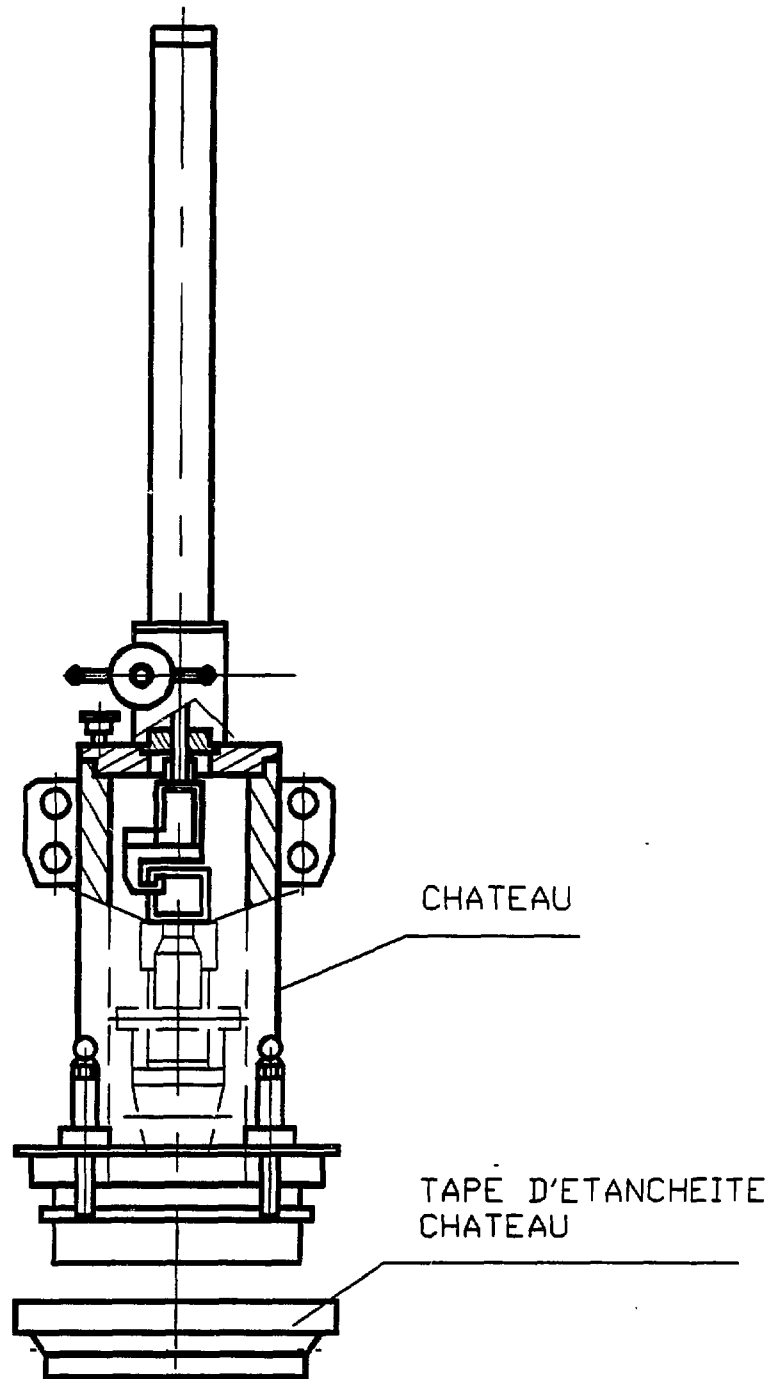
C'est un ensemble mécanique qui prend place sur l'operculaire et permet, à l'aide d'une tige de préhension munie d'un crochet escamotable, d'extraire l'insert de l'embase, après que l'operculaire ait éclipsé la tape d'étanchéité du château.

La protection biologique de ces châteaux a été étudiée mais non réalisée ; en effet, en exploitation normale, dès qu'un transfert de liquide est terminé, toutes les tuyauteries

SCHEMA 8



SCHEMA 9





se vident gravitairement. S'il n'y a plus de liquide dans les vannes, il est cependant nécessaire de les nettoyer par rinçage pour éliminer les restes d'effluents et les décontaminer à l'acide nitrique. L'épaisseur du métal du château est suffisante pour assurer la protection du personnel lors de l'extraction de la vanne.

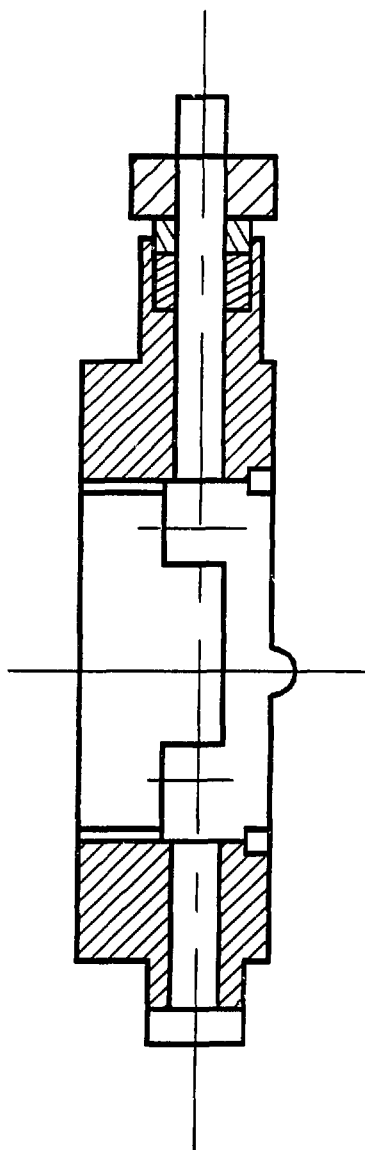
Il faut noter que certaines manipulations se feront manuellement, mettant les techniciens d'entretien au contact de l'insert (mise en place du champignon de préhension).

## 2.2 APPLICATION A LA DISCOVANNE :

Pour développer l'insert vanne, nous avons procédé à une étude des vannes du commerce pouvant répondre aux critères du nucléaire. Le choix, à ce jour, de la DISCOVANNE de la société GACHOT découle de cette étude, et présente les avantages suivants : (schéma 10)

- . Matériel industriel fabriqué en grande série
- . Matériel éprouvé dans le retraitement
- . Pas de rétention
- . Perte de charge faible
- . Encombrement réduit
- . Entrée et sortie alignées ne pénalisant pas la hauteur pour le fonctionnement en gravitaire.

SCHEMA 10



La modification a consisté à prendre la partie centrale, portant le disque, et après une reprise d'usinage d'une face, de lui adjoindre deux "coins" avec joints afin de réaliser un insert de forme trapézoïdale. Une lanterne dans laquelle se loge un axe complète le mécanisme (schéma 11).

### 2.3 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE LA DISCOVANNE :

#### 1 ETANCHEITE :

L'insert DISCOVANNE étant indifféremment placé sur des tuyauteries d'aspiration ou de refoulement des pompes, son étanchéité doit être correcte au vide (0,01 bar absolu) et à la pression (2,5 bars), au niveau des différents joints représentés sur le schéma 12.

Afin de contrôler et d'assurer ces valeurs, un montage d'essais a été réalisé (schéma 13).

Les essais ont consisté en :

Vérification de l'étanchéité externe

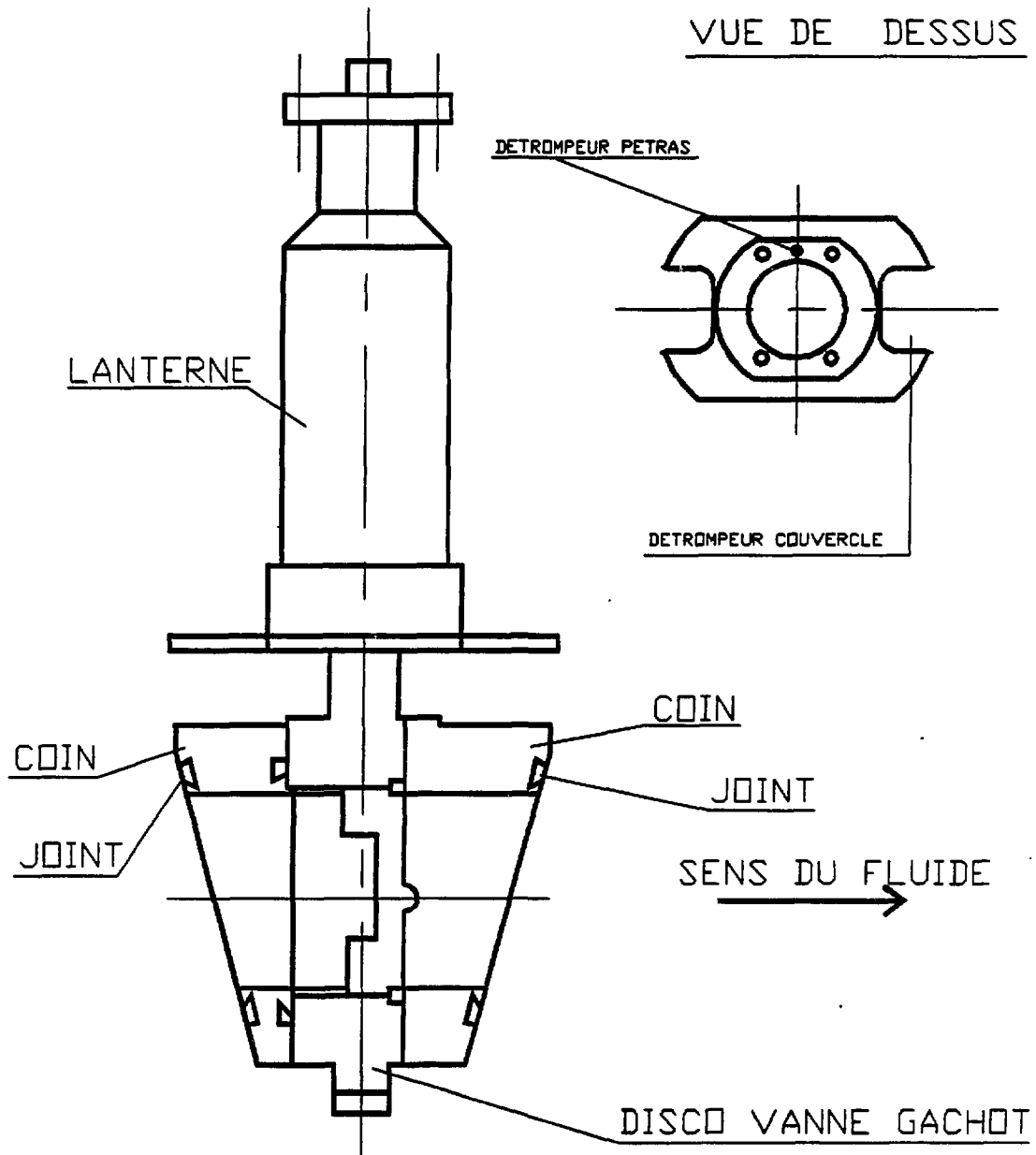
Joints A.B.C.D.E.

Vérification de l'étanchéité interne

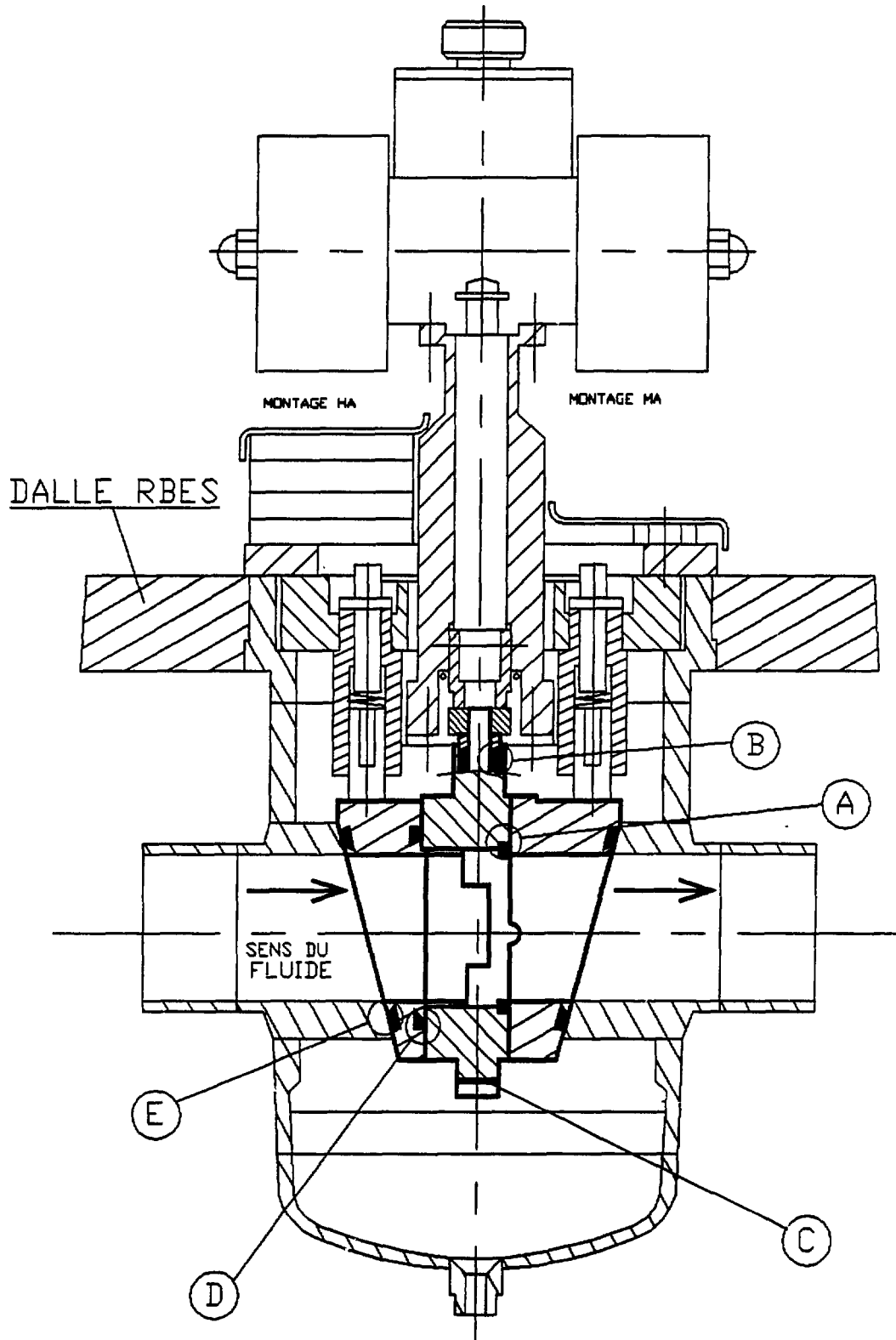
Joint A.

Le tableau 14 donne les résultats obtenus pour des vannes neuves.

SCHEMA 11



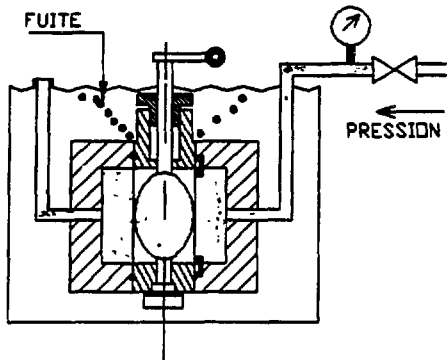
SCHEMA 12



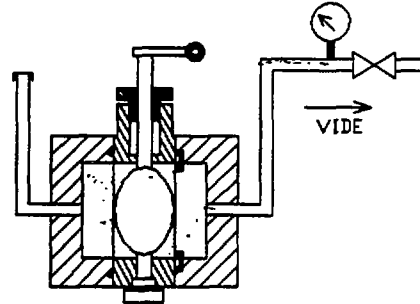
# SCHEMA 13

ESSAI EN PRESSION  
6 ET 10 BARS EFFECTIFS

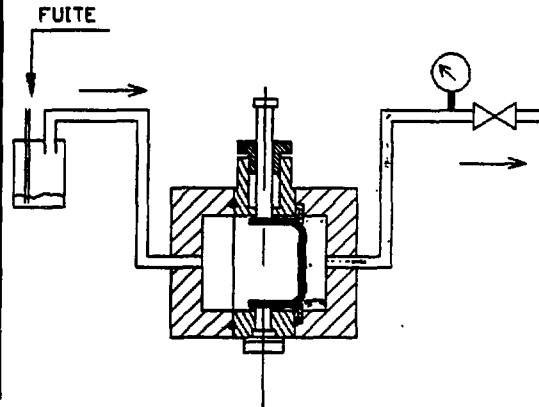
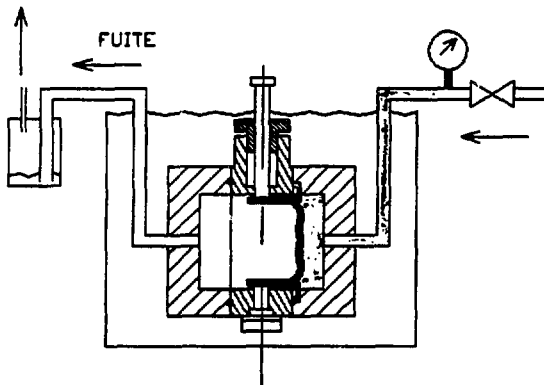
ESSAI AU VIDE  
0,9 ET 1 BAR DE VIDE  
OU 0,113 ET 0,0113 BAR ABSOLUS



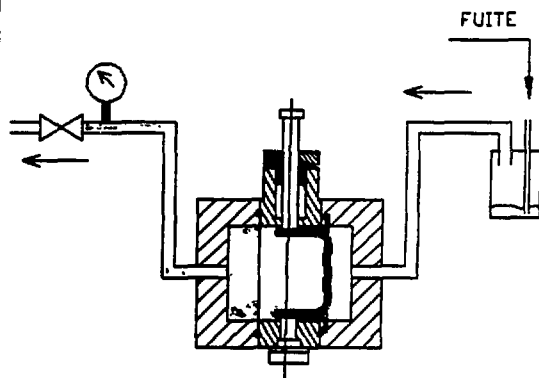
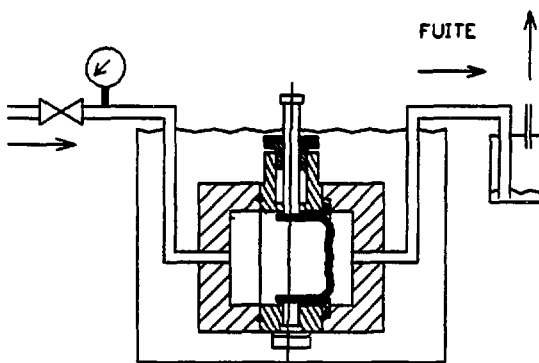
LECTURE FUIITE



ETANCHEITE EXTERNE : VANNE ENTROUVERTE



ETANCHEITE INTERNE : VANNE FERMEE  
PRESSION OU VIDE COTE JOINT DE SIEGE



ETANCHEITE INTERNE : VANNE FERMEE  
PRESSION OU VIDE COTE OPPOSE AU JOINT DE SIEGE

## **2 TEMPERATURES, FLUIDES, ETC. :**

La tenue de l'insert est celle des composants inox des pièces métalliques et PTFE des joints.

Ses performances sont celles de la DISCOVANNE GACHOT exécution standard :

Etanchéité au vide industriel	10 <sup>-3</sup>
Température de service	-50 +200°C
Pression de service à 20°C	30 bars
Pression d'essai étanchéité pneumatique	6 bars

TABLEAU DES RESULTATS DES DIFFERENTS TESTS  
PRATIQUES SUR LE MONTAGE D'ESSAI

CONDITIONS D'ESSAIS						RESULTATS DES TESTS			
	Etanchéité vérifiée	P test	Situation montage testé	Procédé détection fuite	Durée test	Visualis. fuite	Fuite détectée	Minimum * de fuite détectable	Fuite admiss.
TEST EN PRESSION (AIR)	Etanchéité externe	6 bars effect.	immérgé dans cuve	Bullage	20'	Pas de bulles (cuve)	0	0	0
	Essai I	10 bars effect.					0		
	Etanchéité interne P. côté siège	6	immérgé dans cuve	Bullage flacon	20'	Pas de bulles (flacon)	0	$0,8 \cdot 10^{-5}$ NI/mn	0,144 NI/mn
	Essai II	10		laveur			0		
	Et. intern P. côté opposé au siège	6	immérgé dans cuve	Bullage flacon	20'	Pas de bulles (flacon)	0	$0,34 \cdot 10^{-5}$ NI/mn	0,144 NI/mn
	Essai III	10		laveur			0		
TEST AU VIDE	Etanchéité externe	0,113 b absolu	non immergé	Variation pression manomètre	60'	Pas de variation pression manomètre	0	$3,3 \cdot 10^{-5}$ NI/mn	0
	Essai IV	0,013 b absolu					0		
	Etanchéité interne V. côté siège	0,113	non immergé	Bullage flacon	60'	Pas de bulles (flacon)	0	$1,16 \cdot 10^{-5}$ NI/mn	0,144 NI/mn
	Essai V	0,013		laveur			0		
	Et. intern V. côté opposé au siège	0,113	non immergé	Bullage flacon	60'	Pas de bulles (flacon)	0	$1,10 \cdot 10^{-5}$ NI/mn	0,144 NI/mn
	Essai VI	0,013		laveur			0		

\* Minimum de fuite détectable :

C'est le débit de fuite mini que les procédés employés lors des essais nous permettent de détecter.

TABLEAU 14



**3 MISE EN PLACE ET  
EXTRACTION D'UN  
SOUS-ENSEMBLE AMOVIBLE  
TYPE DISCOVANNE**

### **3 MISE EN PLACE ET EXTRACTION D'UN SOUS-ENSEMBLE AMOVIBLE TYPE DISCOVANNE**

---

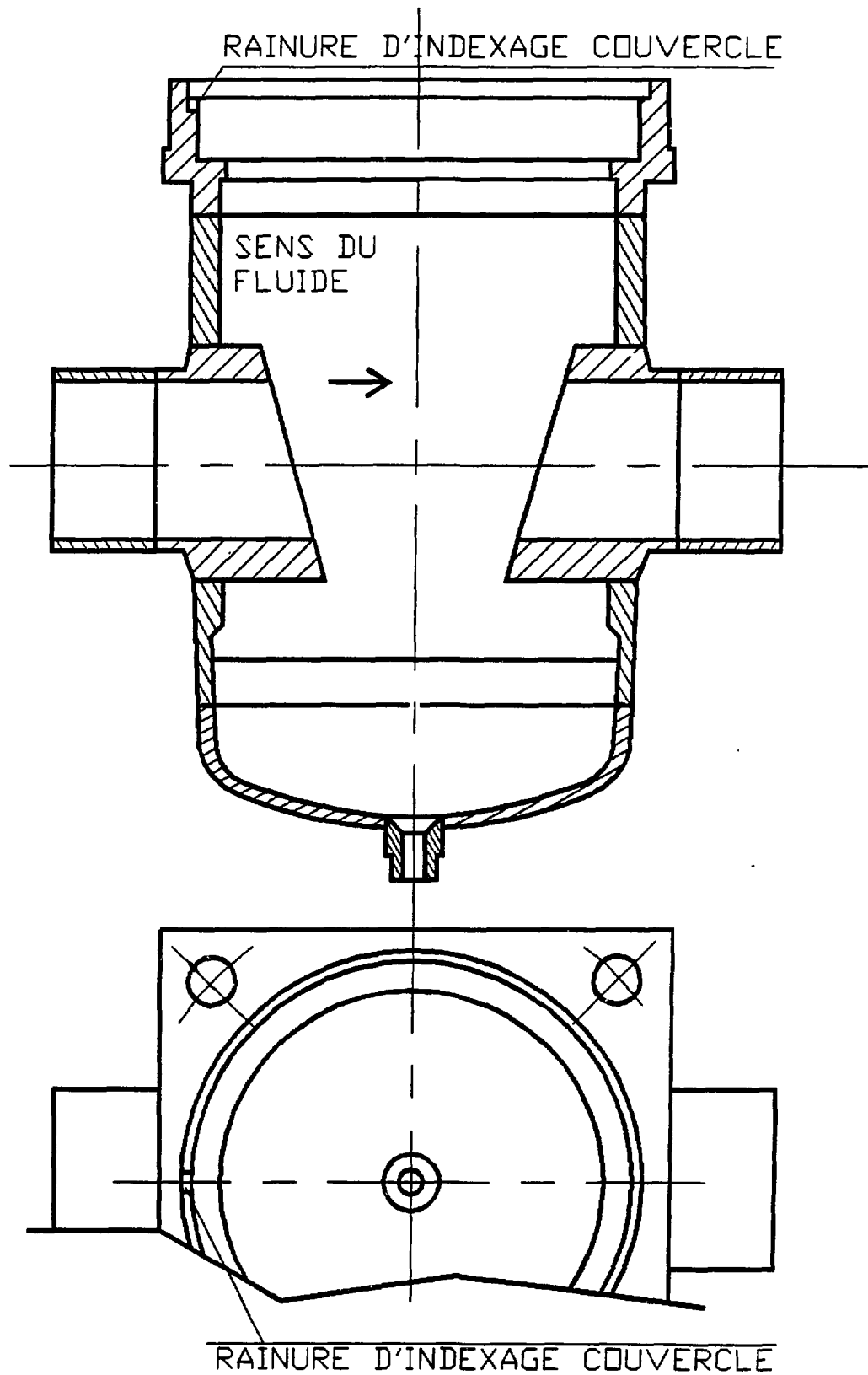
Ce paragraphe décrit succinctement les phases d'une mise en place et d'une extraction d'un sous-ensemble amovible, à l'aide d'un château spécifique.

Les opérations détaillées font l'objet d'une notice d'intervention accompagnée de schémas et de photos.

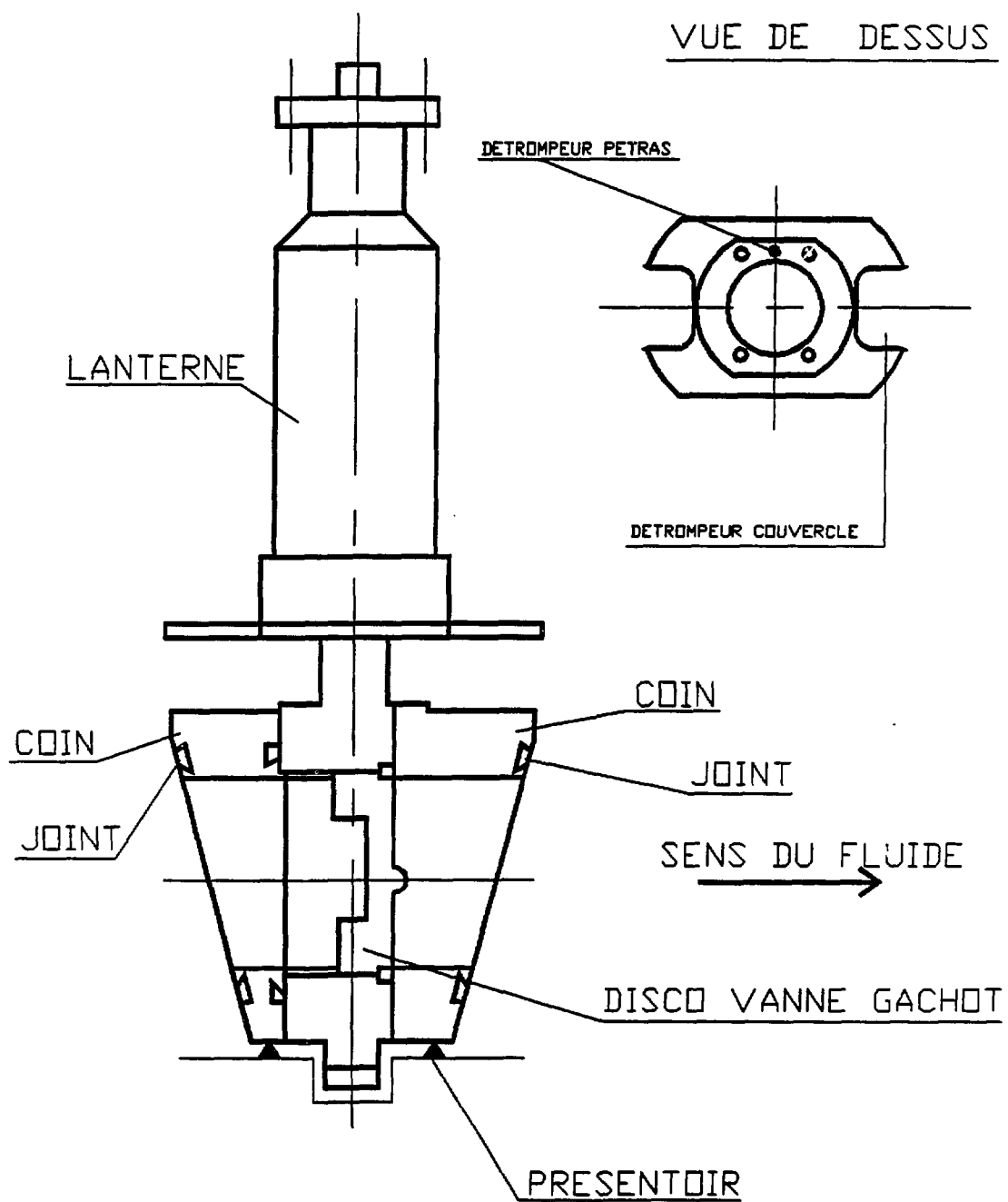
#### **3.1 MISE EN PLACE :**

- . L'embase est supposée en état de recevoir le sous-ensemble (voir paragraphe contrôle et réusinage) (schéma 15).
- . Le sous-ensemble se compose de la vanne et des coins munis de leurs joints, lanterne montée (schéma 16).
- . Le couvercle est prêt à poser, poussoirs effacés (schéma 17).
- . L'insert est équipé de son outillage de mise en place.
- . Mise en place du couvercle sur l'insert (schéma 18).
- . Mise en place de la bague entretoise et du champignon de préhension (schéma 19).

SCHEMA 15

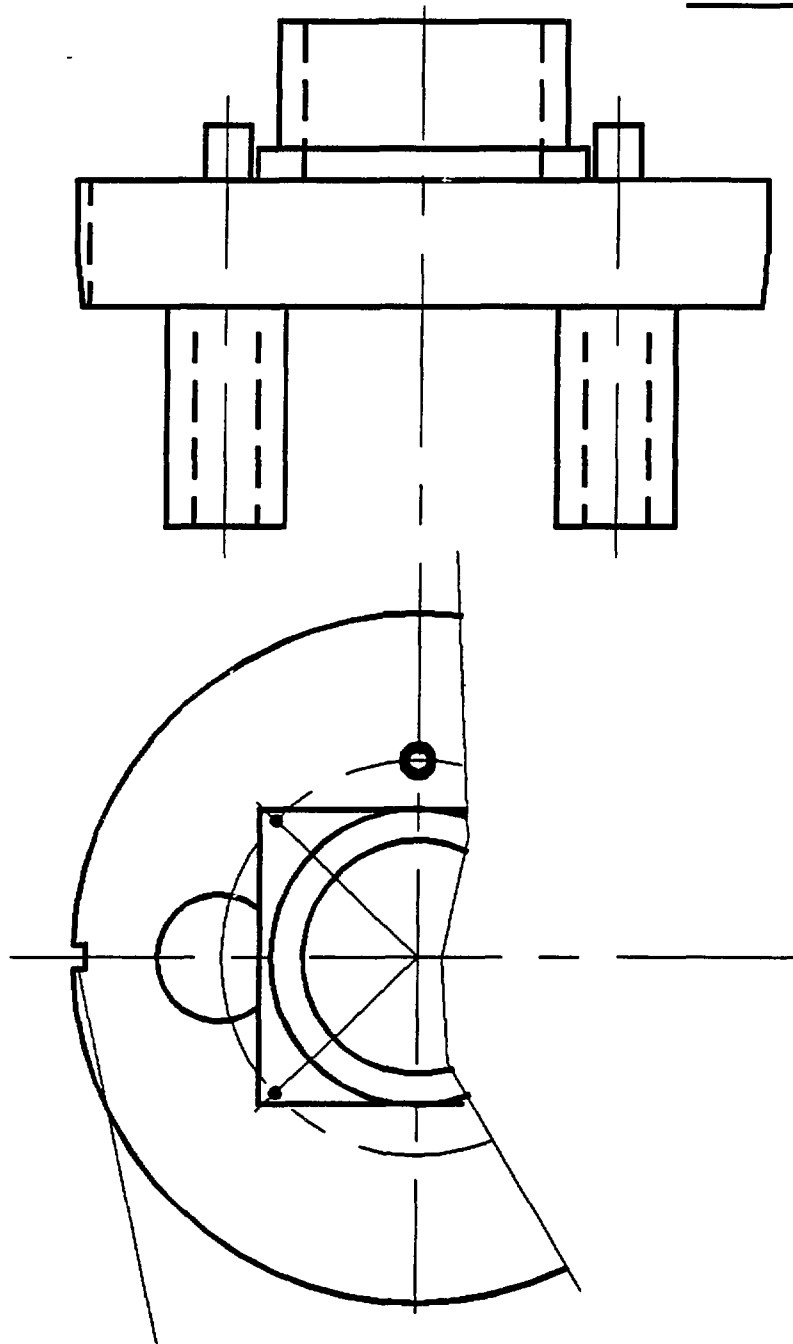


SCHEMA 16



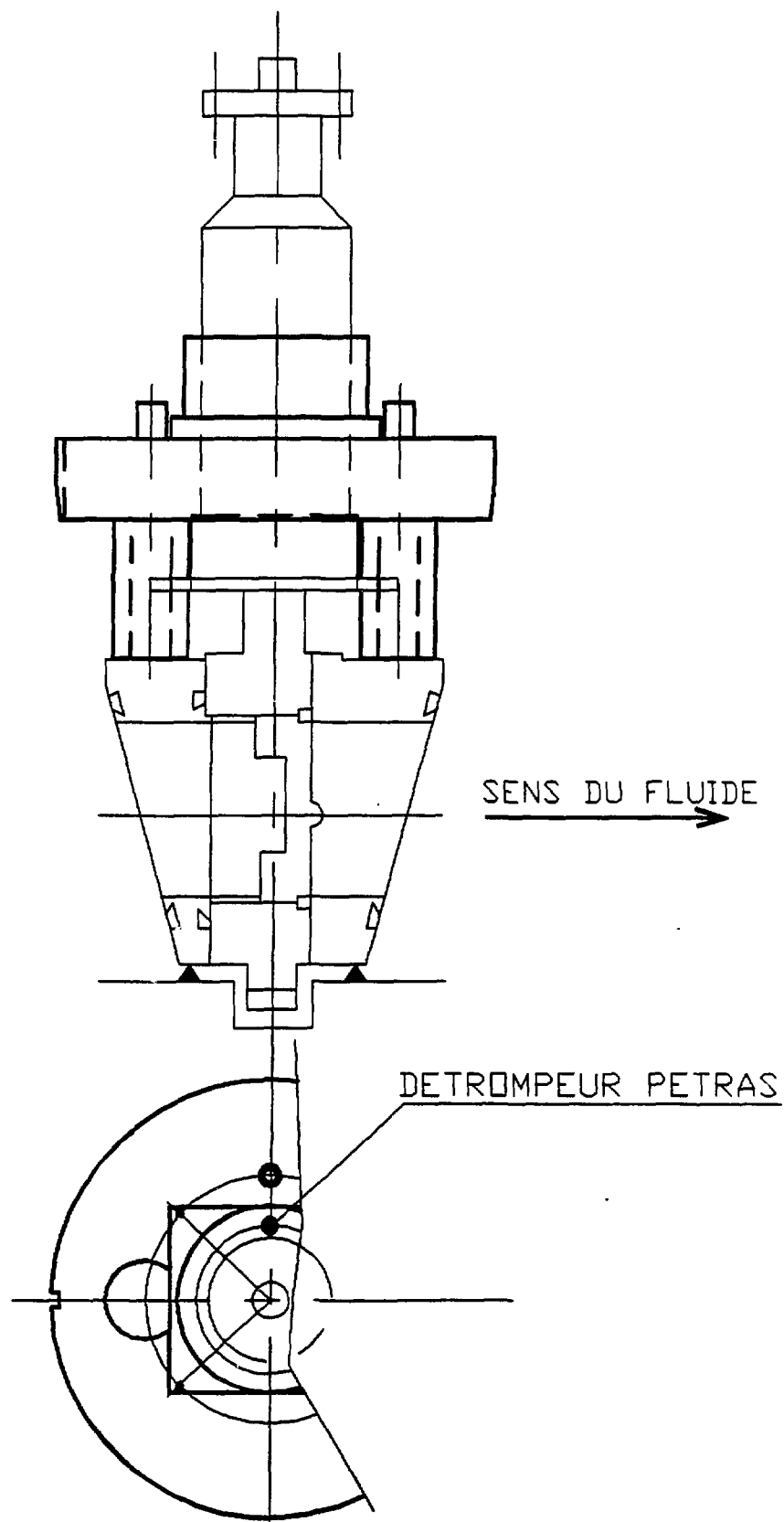
SCHEMA 17

SENS DU FLUIDE  
→

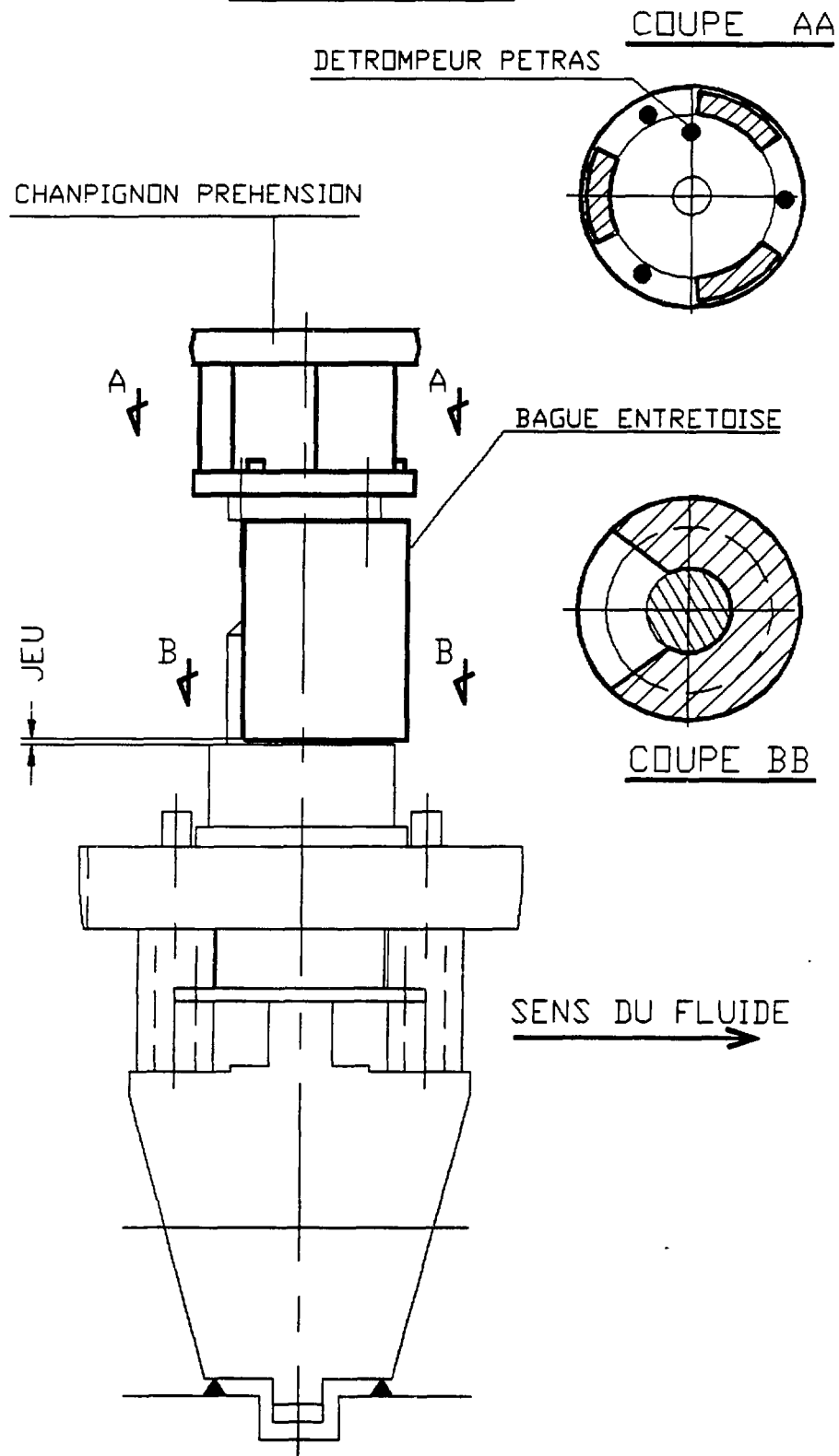


RAINURE D'INDEXAGE

SCHEMA 18



# SCHEMA 19



**AINSI CONSTITUE, L'INSERT VANNE EST MIS EN PLACE DANS LA BOQUETTE CDS DU PUIITS D'ECHANGE**

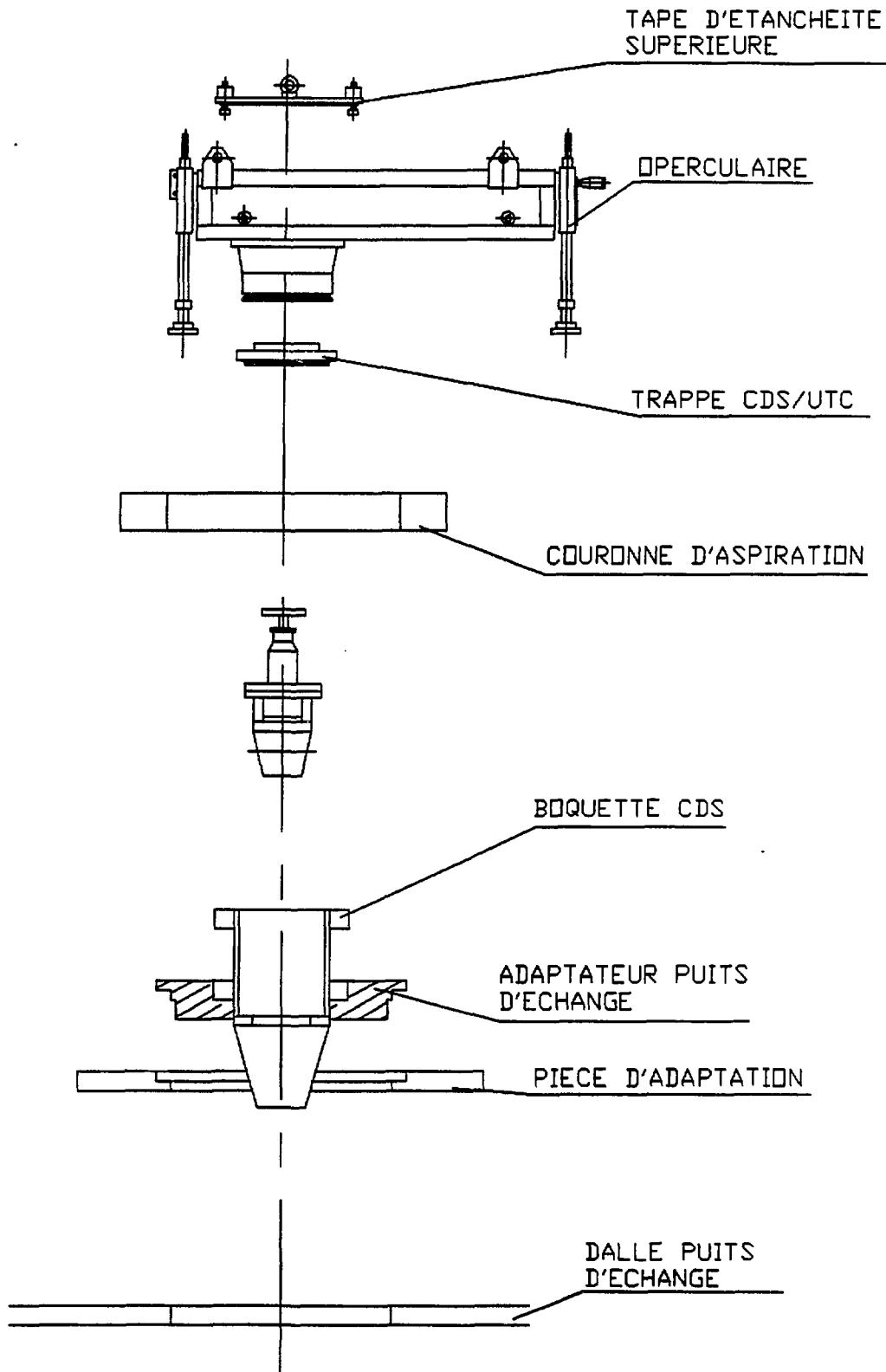
- . Mise en place de l'operculaire CDS, trappes enlevées (schéma 20).
- . Mise en place du château (schéma 21).
- . Enlèvement de la tape d'étanchéité du château par le tiroir de l'operculaire après déverrouillage manuel de la tape
- . Descente de la tige de préhension munie du crochet escamotable et accrochage de celui-ci dans le champignon de l'insert.
- . Relevage de l'insert
- . Remise en place de la tape d'étanchéité du château et verrouillage de celle-ci.

**APRES CES OPERATIONS, LE CHATEAU EST AMENE SUR LE SITE RBES.**

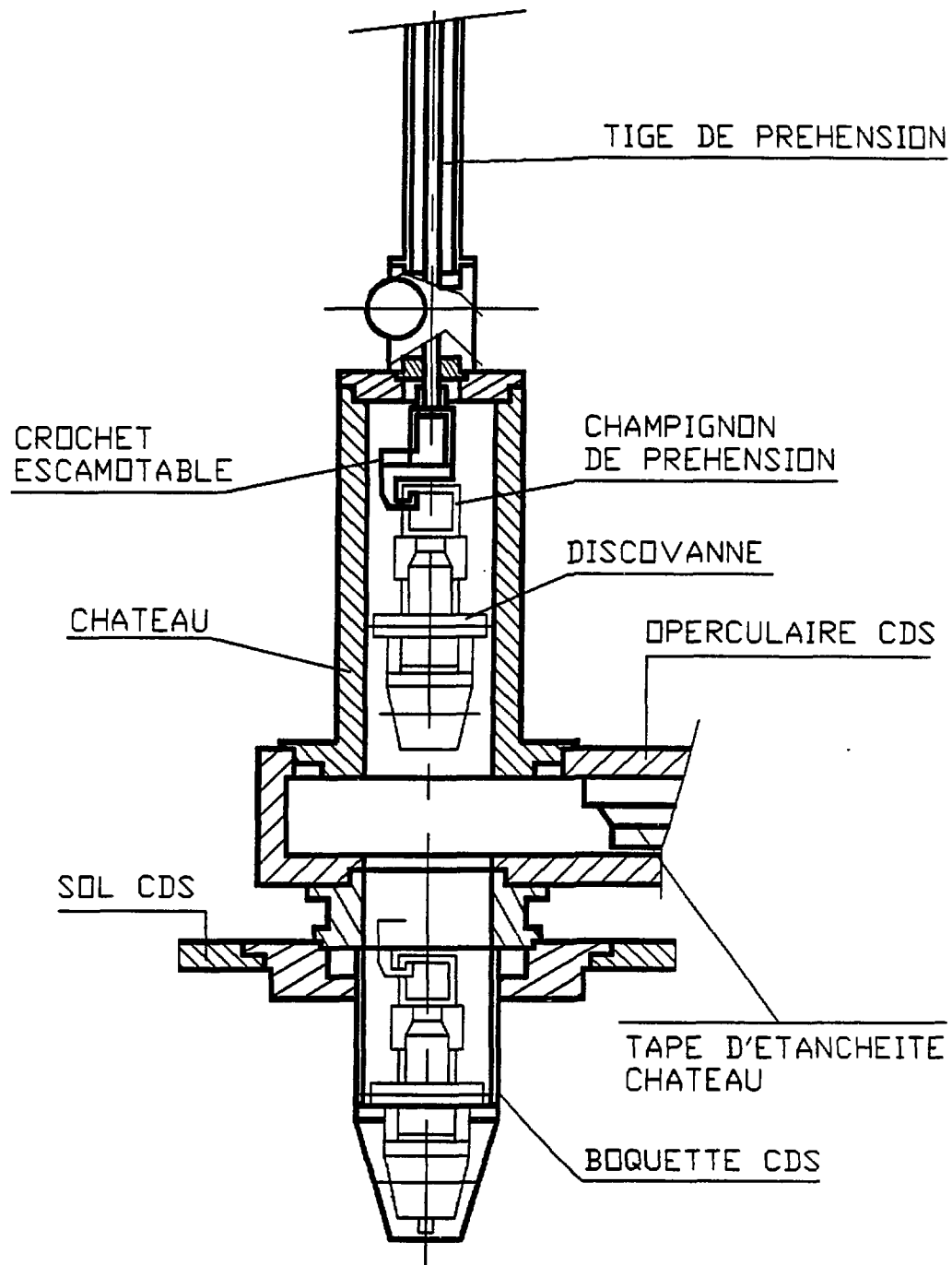
- . L'operculaire RBES et la rehausse sont en place sur l'embase à équiper (schéma 22).
- . Enlèvement manuel de la tape d'étanchéité supérieure de l'operculaire.
- . Accostage du château (schéma 23).



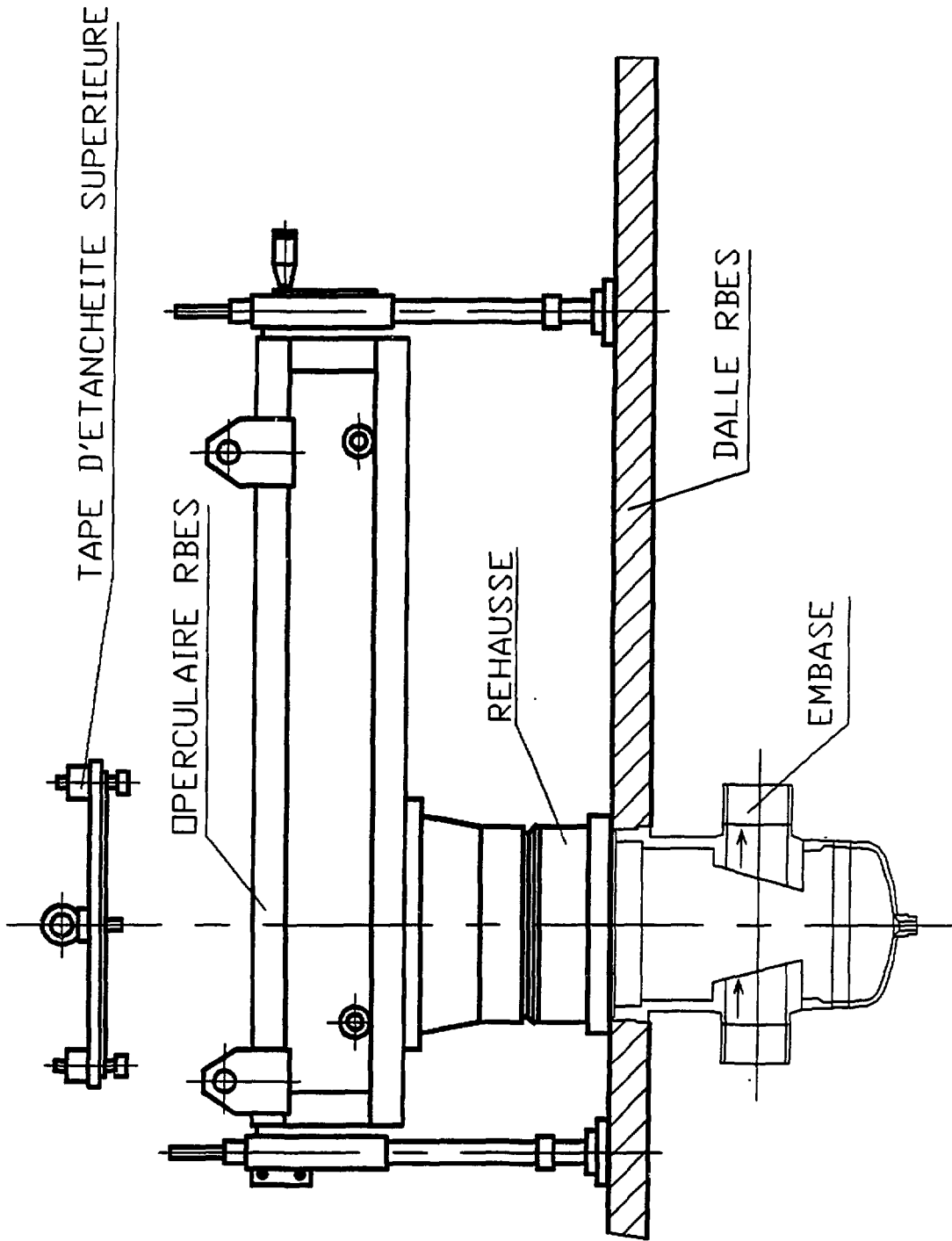
SCHEMA 20



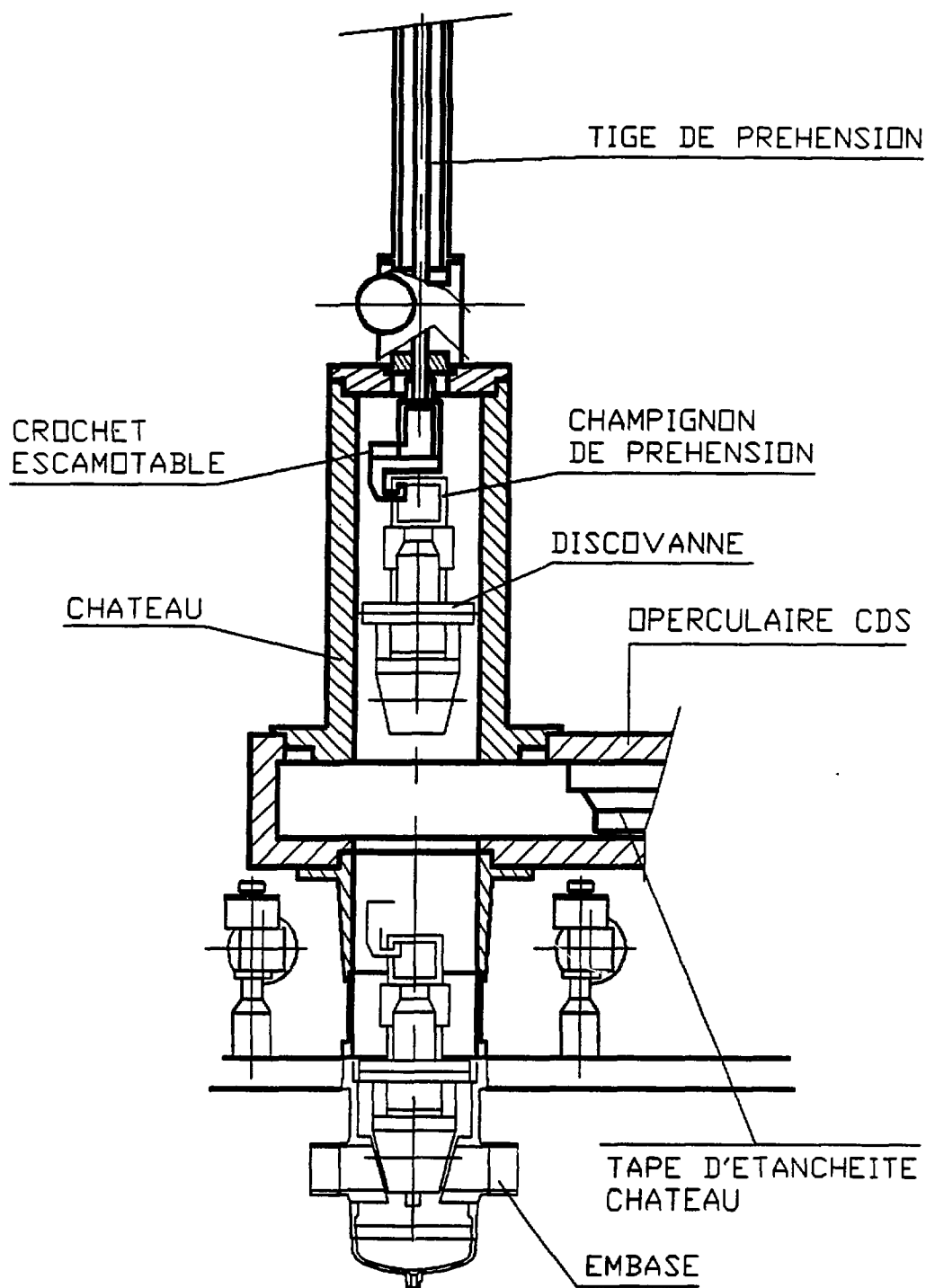
SCHEMA 21



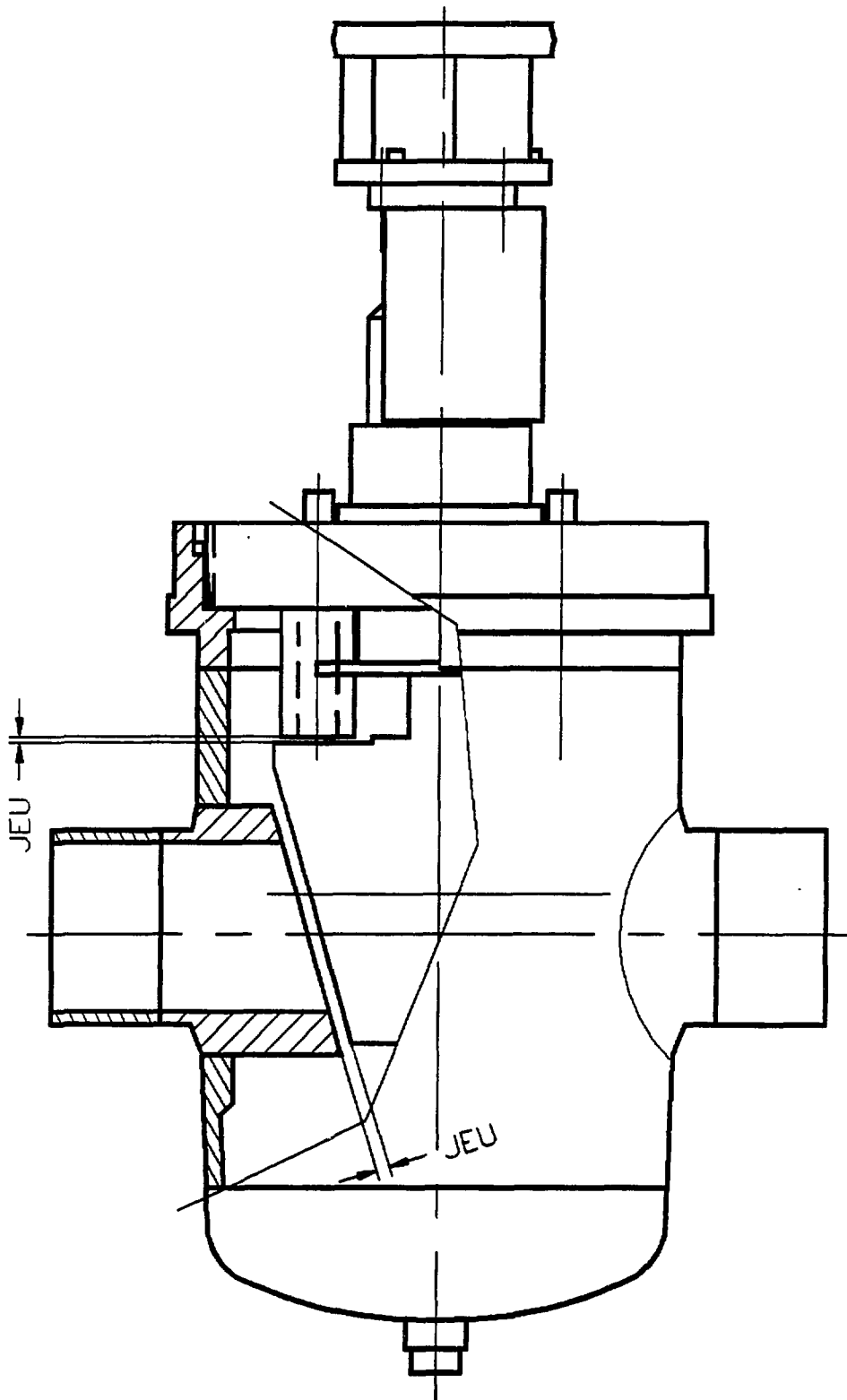
SCHEMA 22



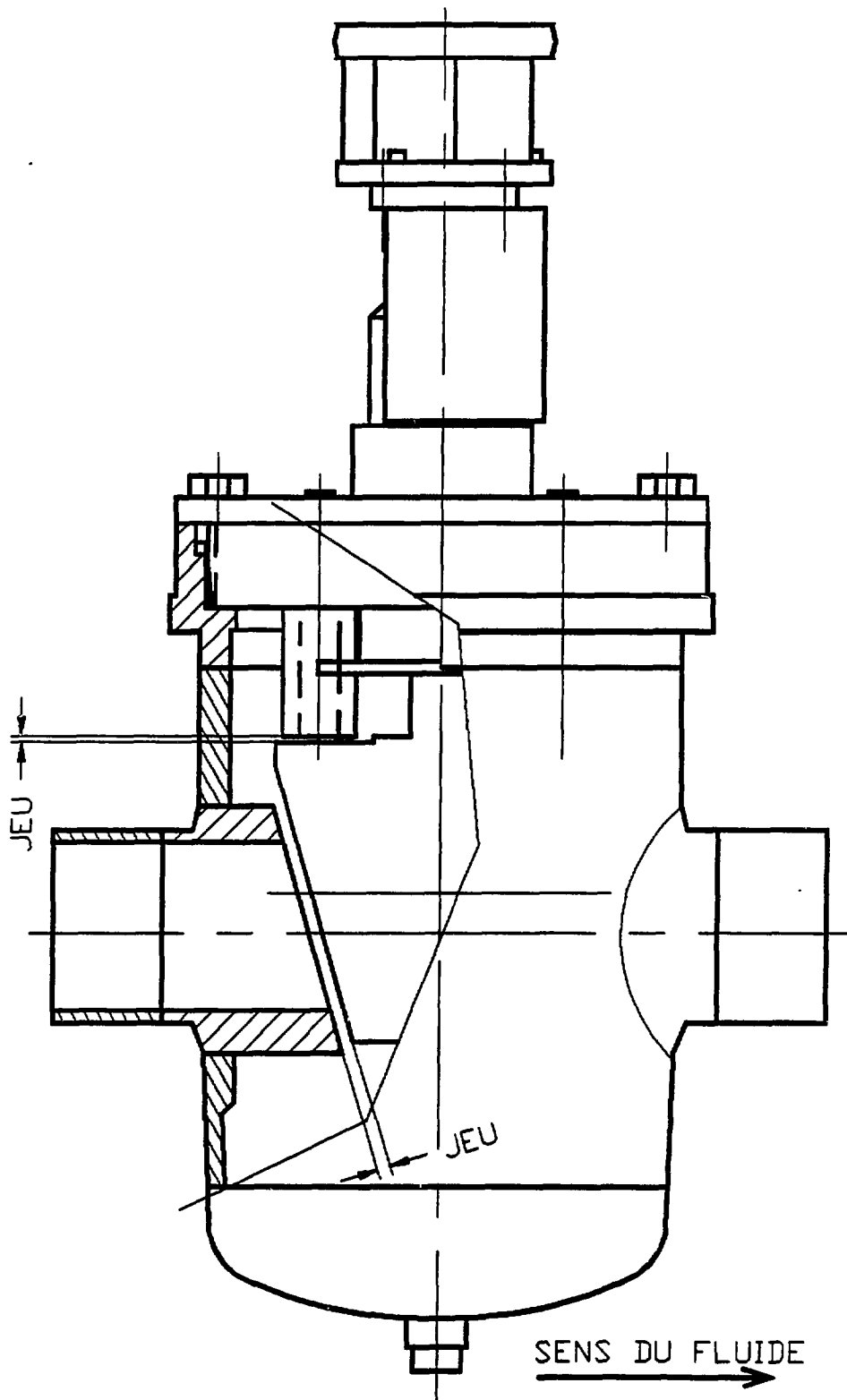
SCHEMA 23



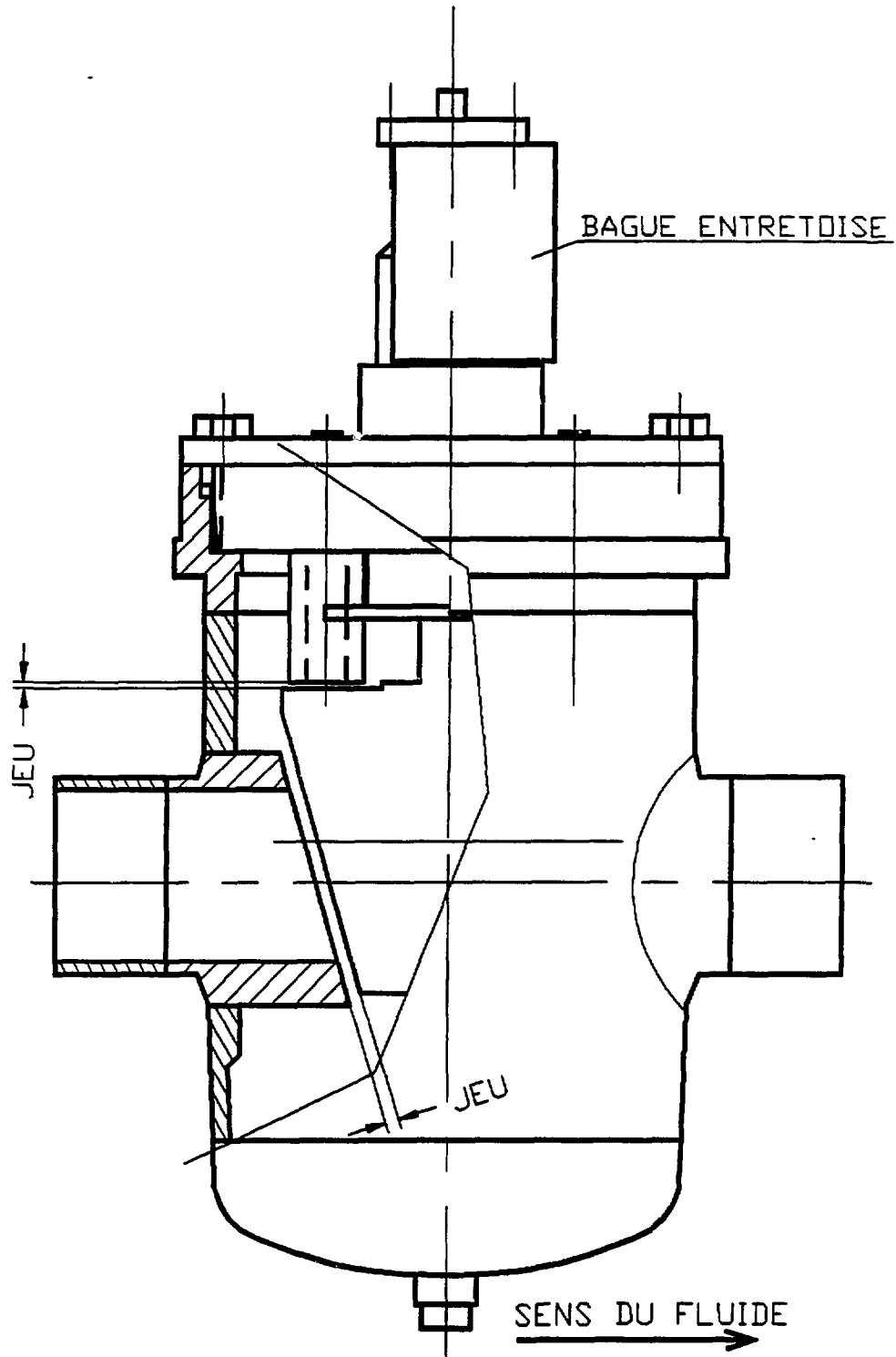
SCHEMA 24



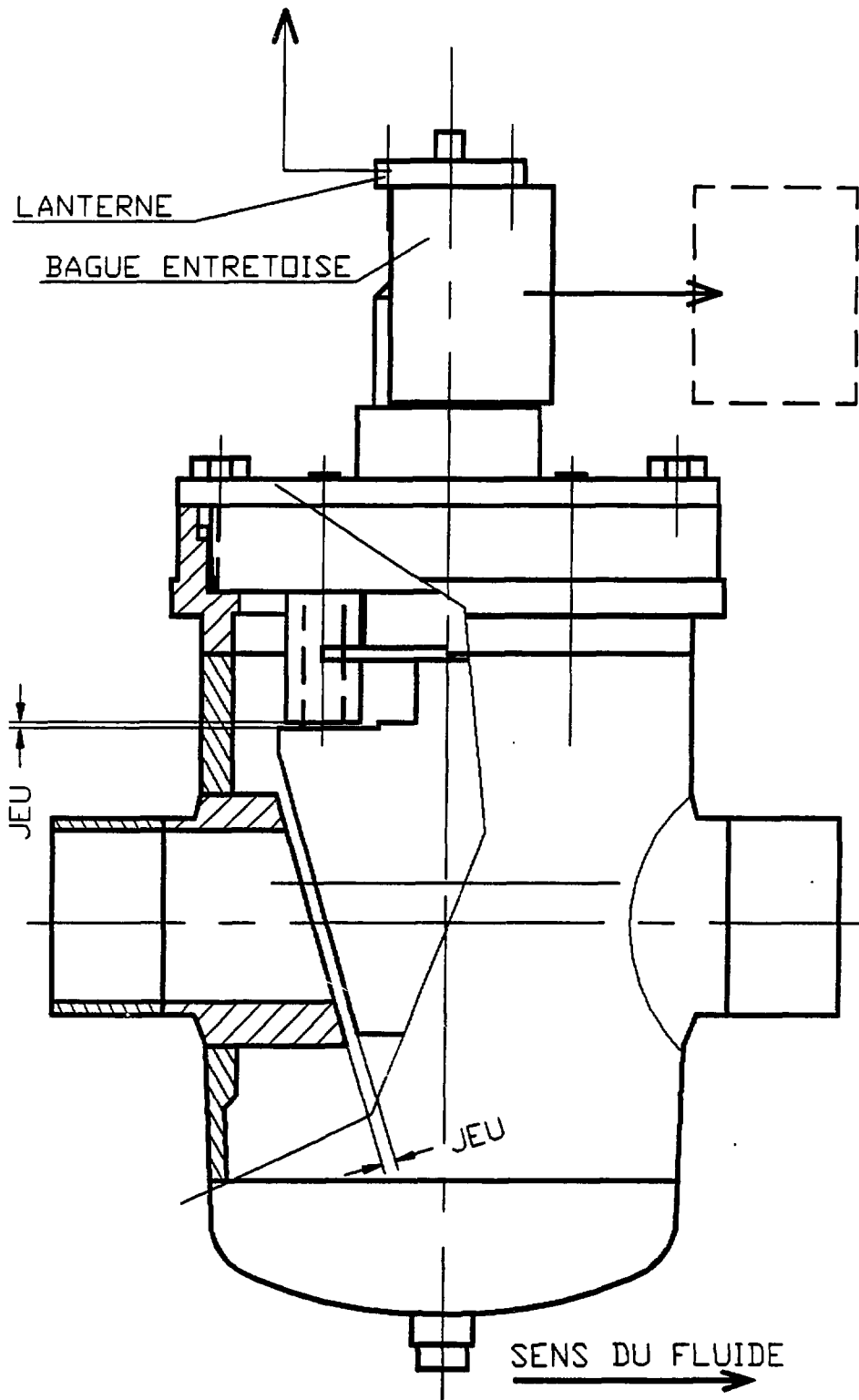
SCHEMA 25



SCHEMA 26



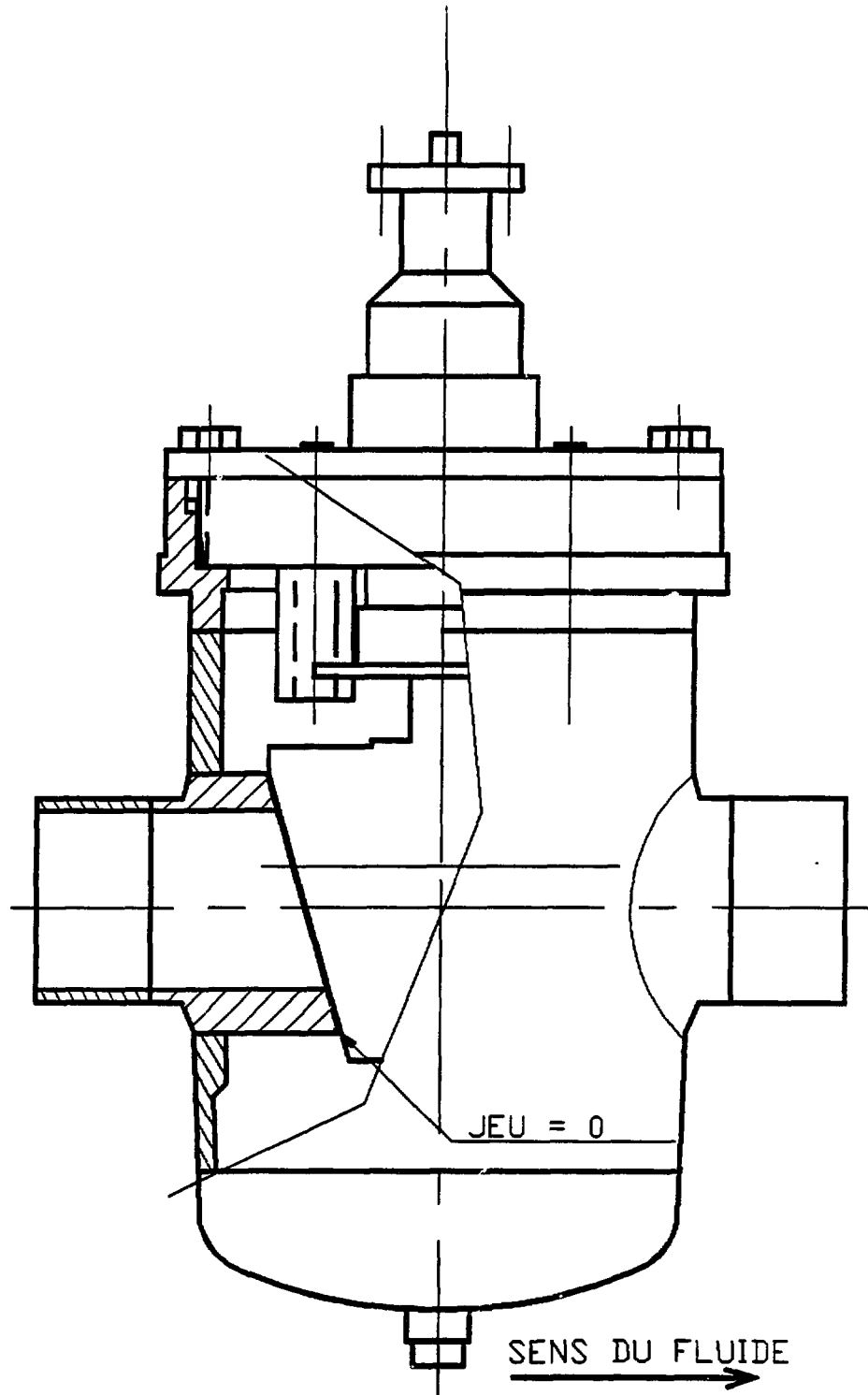
SCHEMA 27



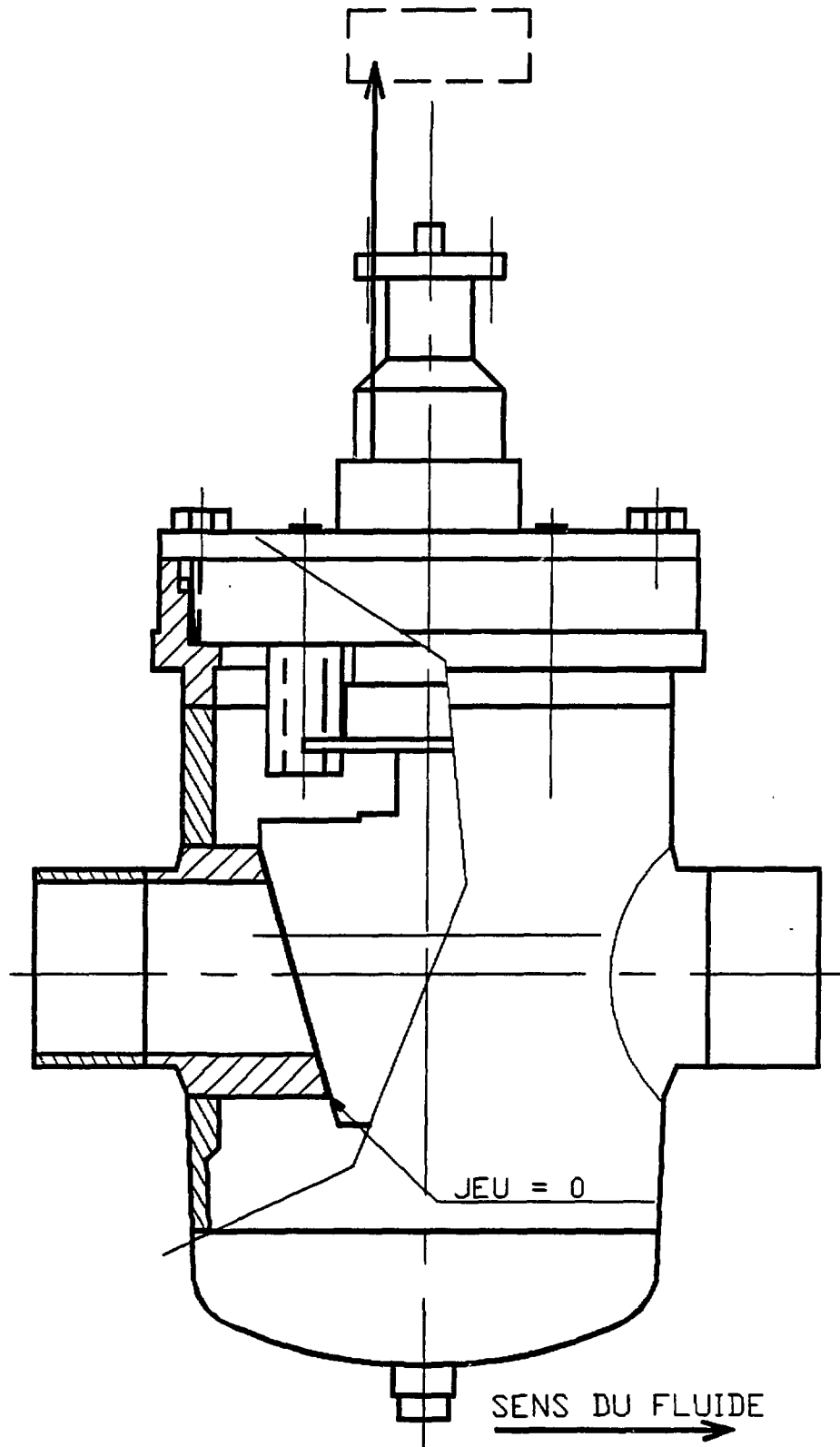


RAINURE D'INDEXAGE COUVERCLE

SCHEMA 28



SCHEMA 29



- . Déverrouillage de la tpe d'étanchéité du château et enlèvement par le tiroir de l'operculaire.
- . Descente de l'insert à l'aide de la tige de préhension du château.
- . Décrochage de la pince escamotable et remontée dans le château.
- . Remise en place de la tpe d'étanchéité du château.

Après transfert et mise en place de l'insert dans l'embase, retrait du château, mise en place des tapes d'étanchéité de l'operculaire et retrait de celui-ci.

- . L'insert se trouve dans la configuration décrite ci-après (schéma 24).
- . Un jeu existe entre les joints des coins et les embouts de l'embase.
- . Orientation et mise en place du couvercle dans l'embase. Mise en place et blocage du couvercle par la bride de fixation (schéma 25).
- . Démontage du champignon de préhension (schéma 26).
- . Démontage de la bague entretoise par soulagement de la lanterne (schéma 27).
- . Pose par gravité de l'insert sur les plans de siège des embouts. Le jeu entre les joints des coins et embouts devient nul (à la compression des joints près) (schéma 28).
- . Retrait de la bague de guidage (schéma 29).

- . Blocage en position de service du coin central de la DISCOVANNE par serrages alternés des poussoirs du couvercle (schéma 30).
- . Mise en place éventuelle de la protection biologique
- . Mise en place de l'actionneur pneumatique réglé en position fermée (schéma 31).

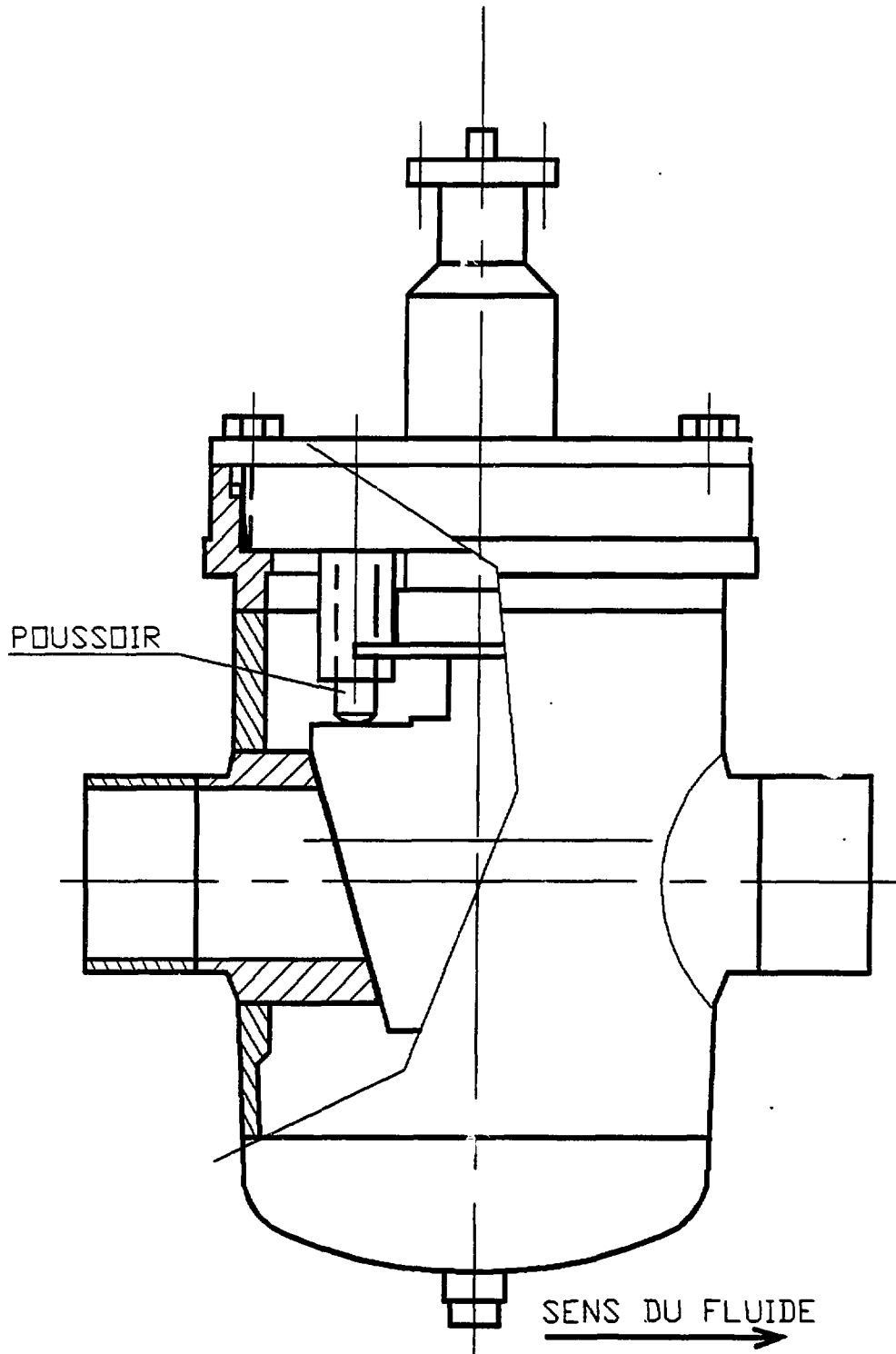
### **3.2 EXTRACTION :**

Cette opération se réalise après décontamination et nettoyage de la canalisation, si nécessaire et si possible.

Les phases sont similaires à celles de la mise en place dans l'ordre inverse.

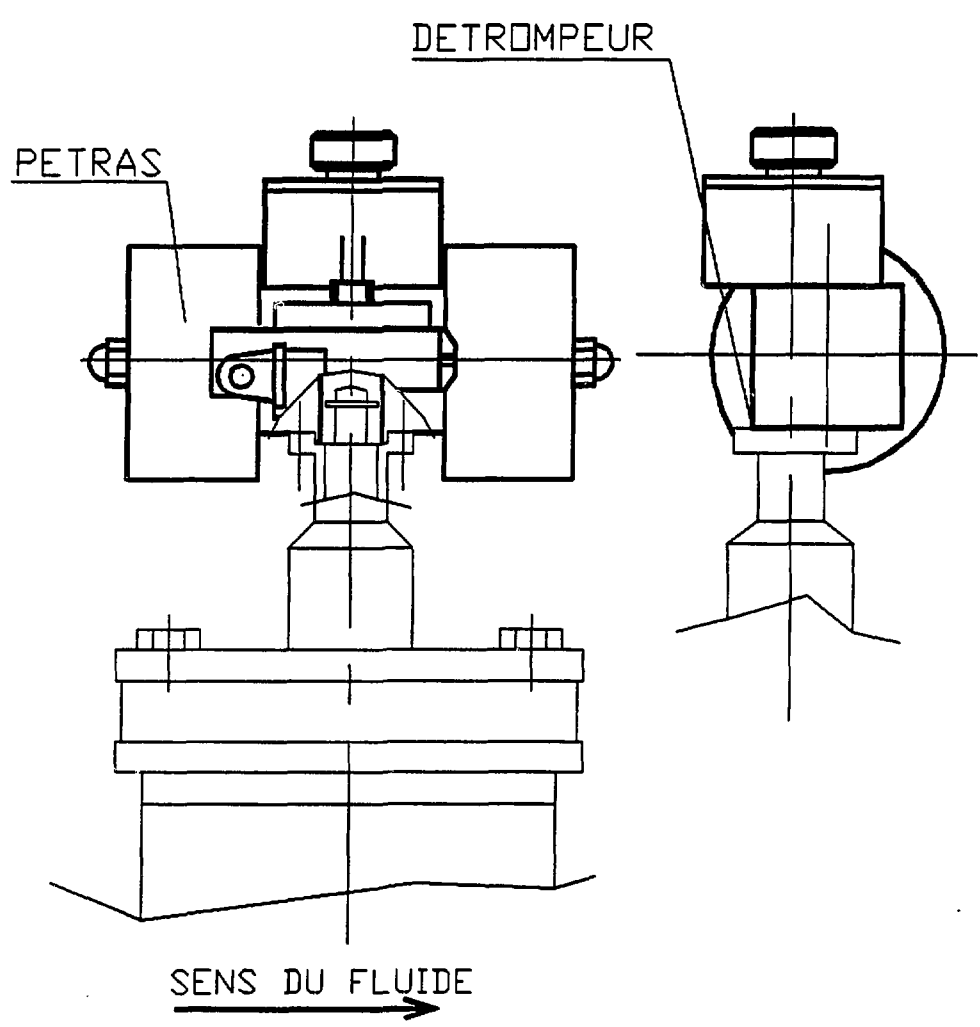
CETTE PROCEDURE DECRITE POUR UN SOUS-ENSEMBLE TYPE DISCOVANNE EST SIMILAIRE POUR TOUT AUTRE TYPE D'INSERT.

SCHEMA 30



- l'operculaire.
- Accostage du château (schéma 23).

SCHEMA 31



## **4 DEVELOPPEMENT**

## **4 DEVELOPPEMENT**

---

### **4.1 SUIVI QUALITE :**

Concernant la faisabilité du contrôle des inserts DISCOVANNES, et après étude des documents référentiels, plans et spécifications techniques, nous avons conclu que nos moyens de contrôle et mesure susceptibles d'être mis en oeuvre ne permettraient pas d'assurer la partie "contrôle dimensionnel" de la prestation demandée.

A partir de cette constatation, le CEREM (Centre Régional d'Etalonnage et de Métrologie) à Nîmes a été consulté et a proposé d'effectuer ces opérations de contrôle sous certaines conditions :

- Participation à l'étude de cotation des plans d'exécution, de manière à effectuer une cotation compatible avec des mesures à exécuter sur "machine à mesurer tridimensionnelle".
- Pour des raisons identiques, établissement des gammes de contrôle.

Ces opérations ont été effectuées en collaboration très étroite avec les Services Techniques de MARCOULE.



Le "suivi qualité" des inserts DISCOVANNES a donc été défini suivant les dispositions exposées ci-après :

- Identification par le constructeur des embases et sous-ensembles "coin-central" (insert).
- Mise à disposition du CEREM des "embases" et sous-ensembles "coin-central", ainsi que des dossiers constructeur (liaison directe constructeur-CEREM).  
Contrôle par CEREM des "embases" et sous-ensembles "coin-central".
- Mise à disposition de MARCOULE des dossiers constructeurs et des résultats de contrôle du CEREM pour examen de ces documents dans la forme, vérification de la constitution du dossier et traitement des non-conformités éventuelles.

Lorsqu'aucune non-conformité n'est constatée, nous donnons au CEREM notre accord pour délivrance de la fiche "BON POUR MONTAGE", une démarche identique est effectuée dans le cas d'acceptation en dérogation des non-conformités présentées.

Une copie de la fiche "BON POUR MONTAGE" est intégrée dans le dossier final qui sera archivé. En ce qui concerne les couvercles, les contrôles dimensionnels et les cotes de fonctionnement ont été réalisés par COGEMA à raison d'un couvercle sur quatre.

Sur les trois autres couvercles, seules les cotes de fonctionnement ont été contrôlées.

Les documents afférents au contrôle du couvercle suivent la même procédure que pour l'insert.

#### **4.2 MACHINE DE CONTROLE IN-SITU DES PORTEES DES SIEGES DE L'EMBASE :**

Dans l'optique d'un changement d'insert tel que décrit au paragraphe 3 et afin de garantir une bonne mise en place d'un nouvel insert, il est nécessaire de contrôler l'état géométrique et de surface des portées de l'embase. Ce contrôle ayant lieu dans un milieu qui, bien que nettoyé, peut présenter des traces de contamination, doit se faire obligatoirement en aveugle au travers de l'operculaire et à l'aide d'un château. Suite à une étude de faisabilité confiée au CEREM, notre choix s'est arrêté sur un outillage de contrôle comportant des capteurs capacitifs de mesure, sans contact, FOGALE (schéma 32).

Cet outillage de contrôle est composé :

- . d'un support ou coin de contrôle
- . de moyens de mesure ou capteurs
- . d'une centrale de mesure

Spécifications contrôlées par l'outillage

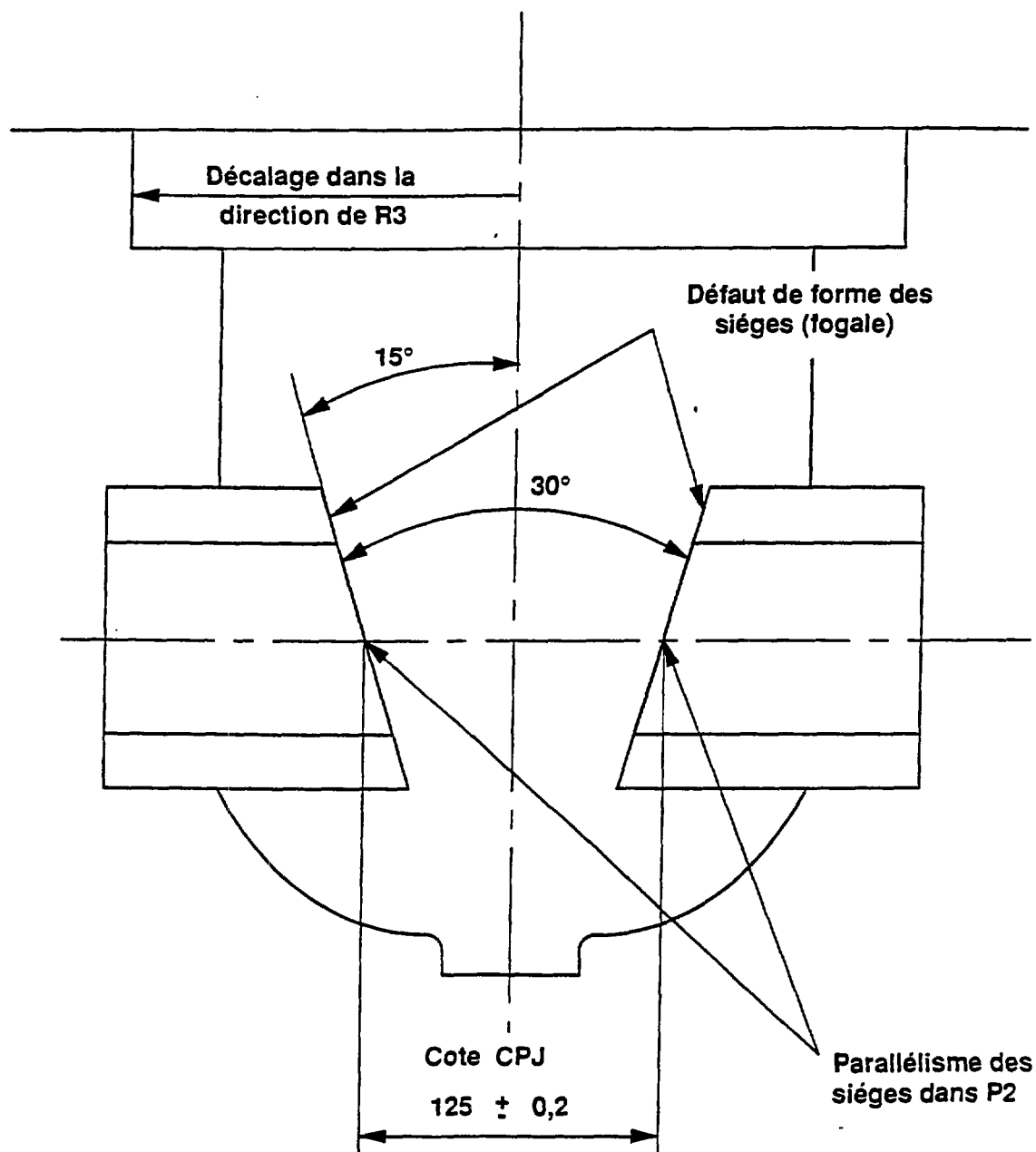


Schéma n°32

### **1 COIN DE CONTROLE : (schéma 33)**

Il est constitué d'un ensemble monobloc en forme de coin, identique à la forme trapézoïdale des inserts. Sur les deux faces opposées du coin sont pratiqués des lamages de faible profondeur ayant en leur centre un trou de diamètre 1 mm les reliant à l'intérieur du coin.

Deux butées, et quatre appuis, t, permettent un centrage et un positionnement de l'embase.

Un système de manipulation identique à celui des inserts permet les manipulations par le château. Schéma 33

### **2 CAPTEUR CAPACITIF FOGALE : (schéma 34)**

(voir Documentation Technique FOGALE en ANNEXE II)

Les capteurs capacitifs FOGALE sans contact sont issus des dernières technologies appliquées au contrôle dimensionnel. Ils sont entièrement statiques et se présentent comme une plaquette verre-époxy recouverte d'or. Ils sont collés dans les lamages du coin et sont reliés au travers d'un orifice à la micro-électronique logée à l'intérieur du coin par un cordon tri-axial de diamètre 0,8 mm.

L'outillage sera relié par un câble à une centrale de mesure, ou un micro-ordinateur.

Les schémas suivants (schémas 35 et 36) donnent les emplacements des capteurs.

Principe et repérage de l'outillage de controle des embases COGEMA

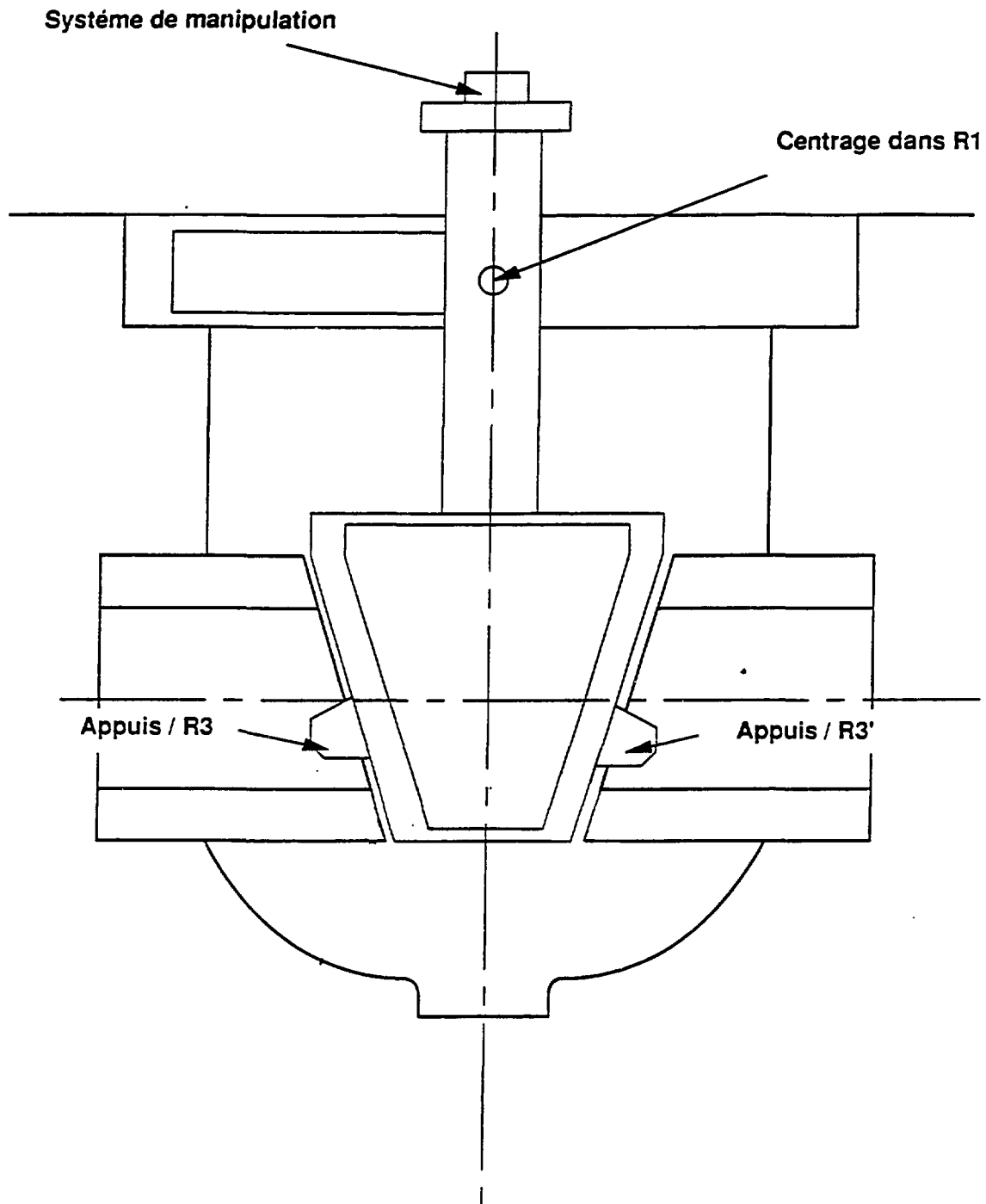
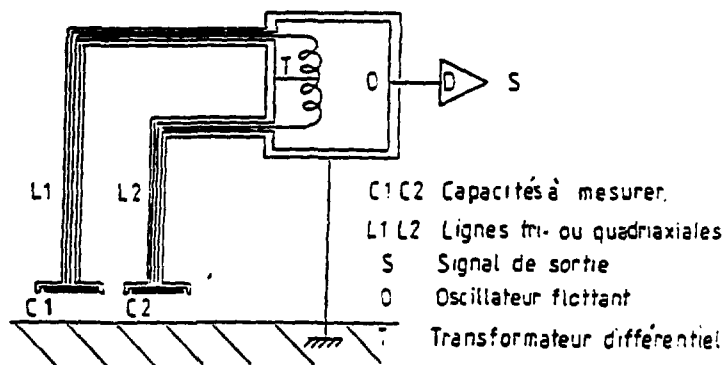


Schéma n°33



Principe du pont de mesures capacitives "Attogale" : le pont comporte un oscillateur flottant O alimentant un transformateur différentiel T. Les capacités à mesurer, C1 et C2 sont placées à l'extrémité de lignes souples L1 et L2 entre la masse et les sorties du transformateur différentiel. La tension de sortie V, variable entre -10V et +10V, est proportionnelle à la différence entre les capacités C1 et C2 :

$$V = G \cdot (C2 - C1 + \Delta C)$$

formule dans laquelle le coefficient d'amplification G et le décalage capacitif  $\Delta C$  sont déterminés par l'étalonnage initial du pont ; les capacités C1 et C2 peuvent varier entre zéro et plusieurs centaines de picofarads. La sensibilité de détection est de  $0,1 \cdot 10^{-16}$  F/ $\sqrt{\text{Hz}}$  ! ( $10^{-16}$  comme chacun sait, c'est "atto" d'où le nom de Attogale : CQFD).



**Emplacement des capteurs capacitifs FOGALE**

16 palpeurs

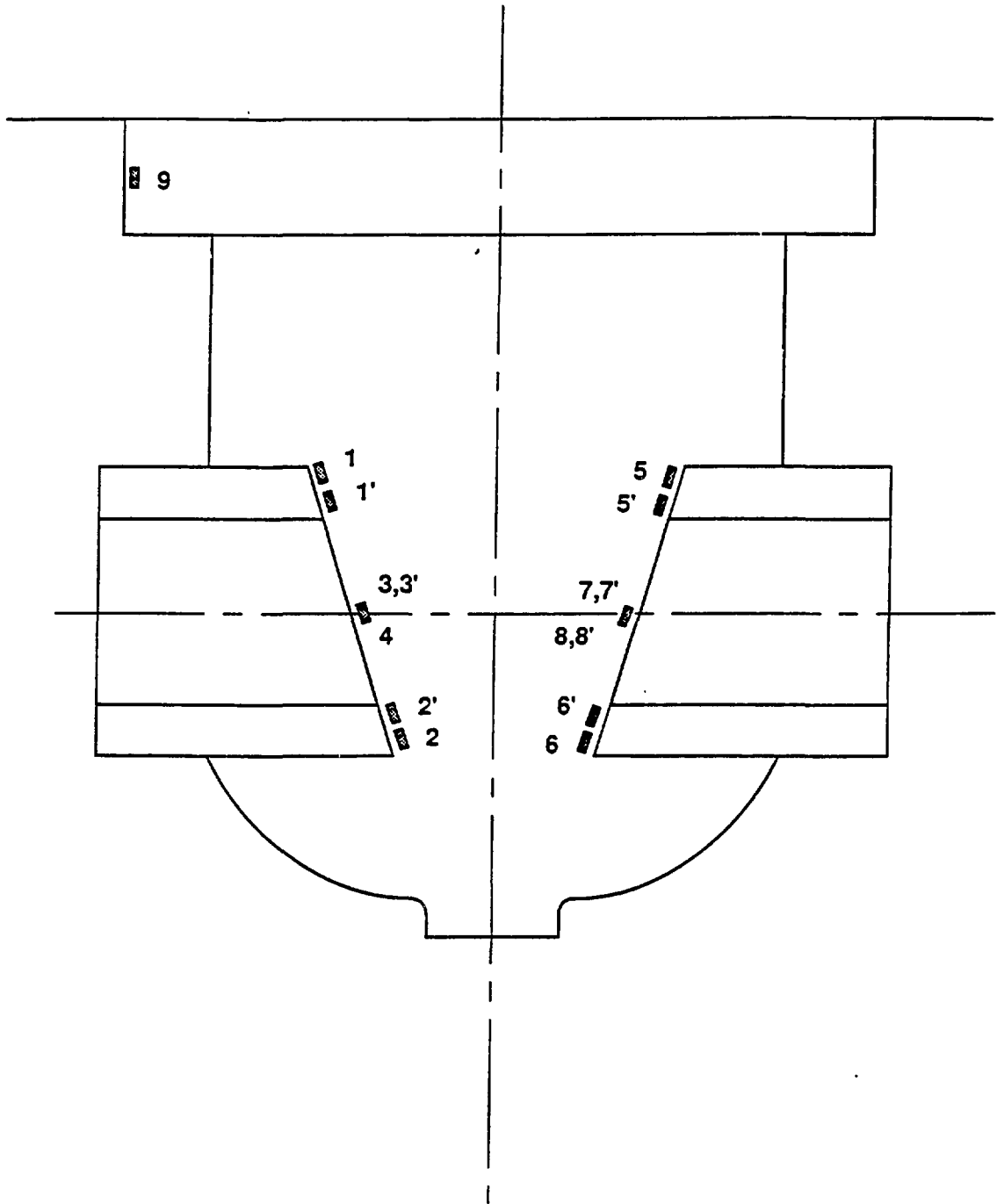


Schéma n°35

SENS DU FLUIDE  
→

Emplacement des capteurs capacitifs FOGALE

vue latérale

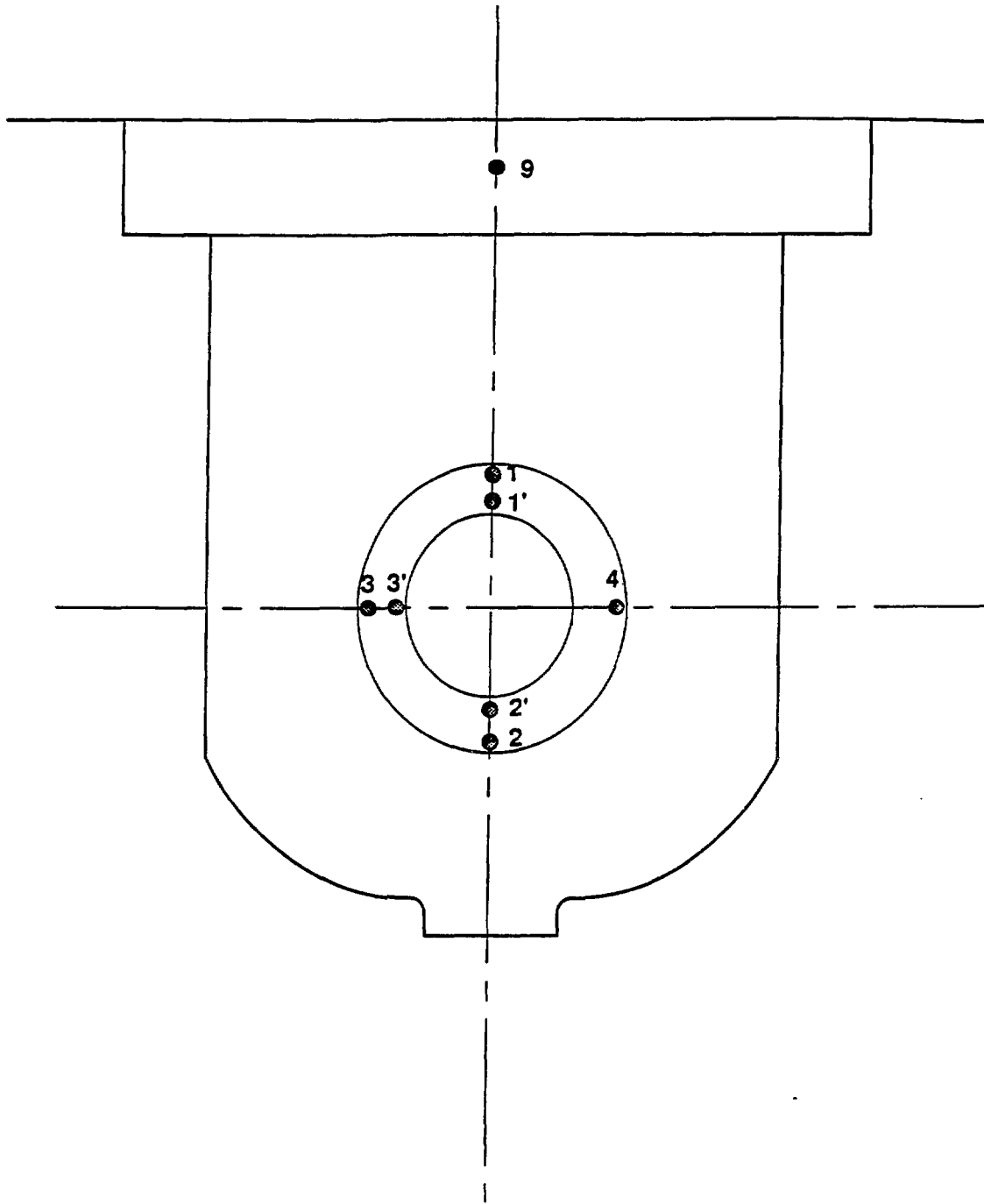


Schéma n°36



Les avantages et inconvénients de cet outillage sont donnés par le tableau A.

L'annexe 1 donne des précisions sur les mesures et leurs valeurs.

#### **4.3 MACHINE DE REUSINAGE DES PORTEES :**

Dans le cas où le contrôle des portées a fait apparaître des défauts métrologiques ou de surfaces excessifs, une réfection de celles-ci sera obligatoire. Une étude d'avant-projet pour une machine de réusinage est en cours de réalisation. Le schéma 37 donne une image de ce que pourra être cette machine.

Il faut noter que l'enlèvement de la matière sera minimum et que le montage initial de l'insert dans l'embase tient compte de cet enlèvement qui aura pour conséquence d'abaisser très légèrement l'insert.

**TABLEAU A**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- résolution 1/10 <math>\mu\text{m}</math></li><li>- grande fiabilité des capteurs (système statique)</li><li>- parfaite tenue des capteurs et de l'électronique aux radiations</li><li>- simplicité de l'outillage</li><li>- aucun problème de contamination (matière inaltérable, plaquage or)</li><li>- aucun risque de détérioration des capteurs (capteurs intégrés à l'outillage)</li><li>- pas de contact capteur/pièce</li><li>- maîtrise complète du procédé par le CEREM tant sur le plan mécanique que sur le plan informatique et traitement des données</li><li>- nombreuses références du constructeur des capteurs dans les domaines de la recherche appliquée EDF/Aérospaciale/Banque de France /LNE etc...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Avant-garde technologique du point de vue de l'industrialisation du procédé</li><li>- capteurs capacitifs maintenus par collage (en cas de démontage prévoir leur remplacement, prix de la partie mesurante environ 300 F)</li></ul>

SENS DU FLUIDE  
→

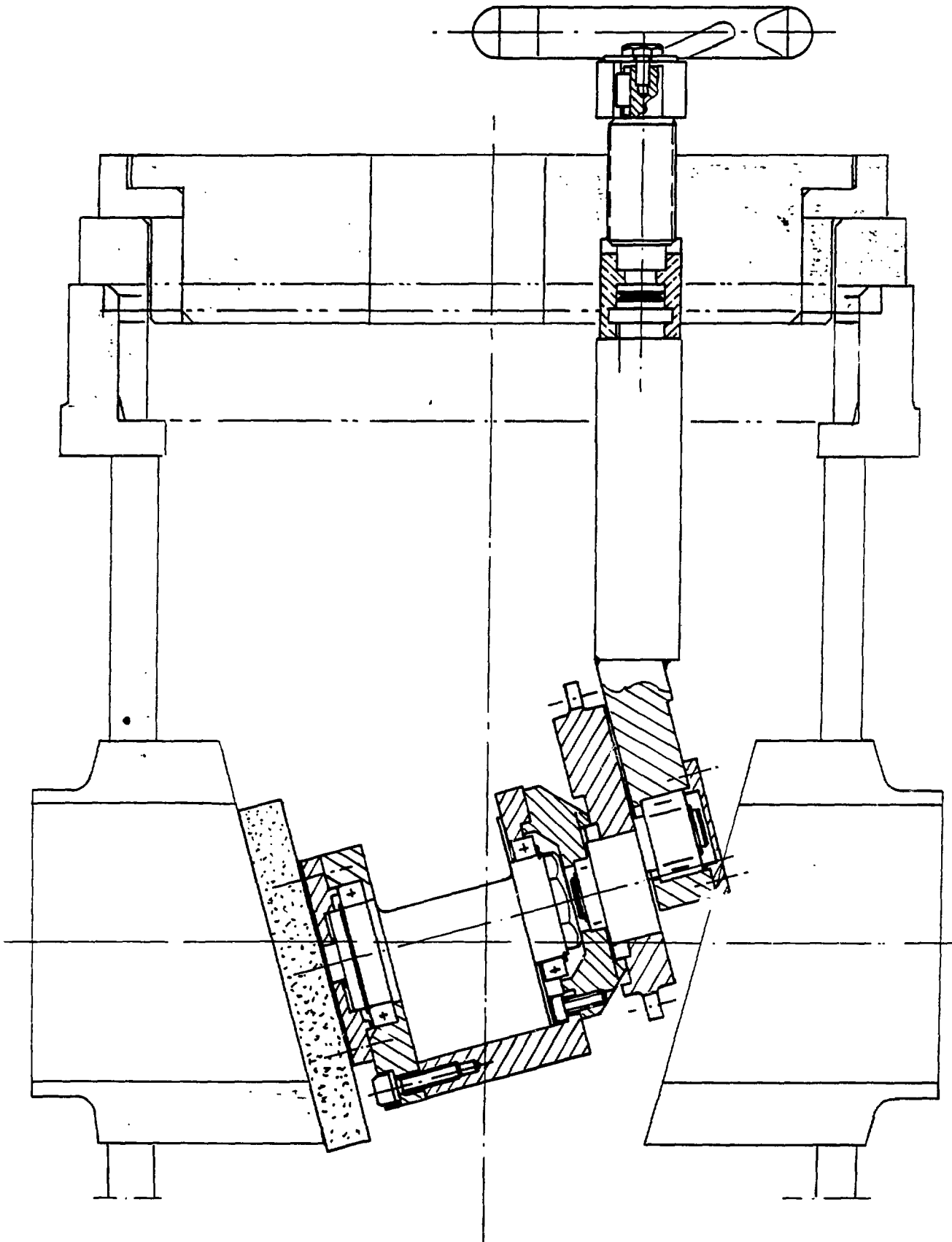


Schéma 37

## **5 BILAN**

## 5 BILAN

---

A ce jour, nous avons installé à MARCOULE près de 120 DISCOVANNES DN 80 dans l'atelier RBES. Suivant les demandes, l'extension de la gamme aux autres DN (20 à 125) peut être envisagée. Toute autre application basée sur le principe d'utilisation du SYSTEME MULTIFONCTION tels que pompes, peut également être étudiée.

1 - PO

Me  
Les  
Ø 1

Me  
Cet  
pal

Me  
Me

Déc  
Cet

Déf  
Seu  
suff  
palp

2 - ER

2.1

Mes

Erre

Erre

2.2

L'er  
l'err

Erre



## ANNEXE 1

### CONTROLE IN-SITU DES SIEGES D'EMBASE DU

#### SYSTEME MULTIFONCTION

#### PRECISION SUR LES MESURES ET LEURS VALEURS

#### 1 - POSITIONNEMENT DES PALPEURS : (voir schémas n° 38, 39, 40.)

##### Mesure des angles 15° et 30° :

Les mesures d'angles sont obtenues par mesure en 4 points par siège sur un diamètre  $\varnothing$  110 mm (palpeurs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8)

##### Mesure CPJ :

Cette mesure sera déduite par calcul à partir des mesures effectuées par les palpeurs 1,2,5, et 6.

##### Mesure de parallélisme des sièges dans P2 :

Mesure obtenue par calcul à partir des résultats des palpeurs 3, 4, 7 et 8.

##### Décalage du système siège P3 - P4 suivant la direction P3 :

Cette information sera donnée par le palpeur 9.

##### Défaut de forme :

Seule la technologie capteurs capacitifs Fogale permet de disposer d'un nombre suffisant de capteurs pour mesurer le défaut de forme des sièges P3 et P4. Les 15 palpeurs n° 1 à 8' permettent cette mesure obtenue par calcul.

#### 2 - ERREUR DE MESURE POUR CHAQUE SPECIFICATION :

##### 2.1 - Angle P3 P4 30° dans P1 et parallélisme de sièges dans P2 :

Mesure sur  $\varnothing$  110 avec 2 palpeurs diamétralement opposés

$$\text{Erreur} = \frac{\text{Incertitude des palpeurs}}{\text{Distance}}$$

$$\text{Erreur Fogale} = 2 \times \frac{2 \text{ micromètre}}{110 \text{ mm}} = 8'' \text{ d'angle}$$

##### 2.2 - Angle de 15° dans P1

L'erreur de mesure pour cet angle est la somme de l'erreur due aux palpeurs plus l'erreur de positionnement de l'outillage.

$$\text{Erreur palpeurs : Fogale} = 4'' \text{ d'angle}$$



Erreur de positionnement outillage :

Erreur due à l'appui de l'outillage dans les  $\emptyset$  81 : (voir statistiques)

<u>Cote moyenne</u> :	$\emptyset$ 81	R'3 = 81.02119 (SERMI)
		R'3 = 81.02906 (ATN)
	$\emptyset$ 81	R"3 = 81.03365 (SERMI)
		R"3 = 81.03733 (ATN)

Le cas ATN est le plus défavorable et sera retenu pour le calcul.

Concentricité de R'3 / R3

SERMI : 0,01199  
ATN : 0,01832 - retenu pour calcul

Concentricité R"3 / R3

SERMI : 0,01017  
ATN : 0,01078 - retenu pour calcul

2.3 - Erreur due aux variations des diamètres  $\emptyset$  81 :

$$E1 = \frac{(0,02906 - 0,03733) \cdot \cos 45}{2 \times 125}$$

$$E1 = \frac{0,02339}{1000} - 5'' \text{ d'angle}$$

2.4 - Erreur due aux défauts de concentricité de R'3 et R"3 / R3 :

$$E2 = \frac{(0,01832 + 0,01078) \cdot \cos 45}{2 \times 125} = \frac{0,01696}{125}$$

$$= 0,13565 = 14'' \text{ d'angle}$$

Erreur totale de mesure sur l'angle  $15^\circ$  dans P1.

Et = E1 + E2 + erreurs palpeurs

Fogale = 23''

2.5 - Cote CPJ :

Seule la variation de positionnement de l'outillage dans la direction verticale intervient sur la cote CPJ. Cette variation est liée à l'appui bi-punctuel dans chaque alésage  $\emptyset$  81.

Le défaut de positionnement de l'outillage dans les diamètres  $\emptyset$  81 ne peut excéder la tolérance de ces diamètres soit  $\pm 0,05$ .



41.3

L'erreur de mesure due aux  $\varnothing 81$  est donc :

$$E = [(0,05/2 \cdot \cos 45) \sin 15^\circ]^2 \quad \Leftrightarrow \pm 0,00915 \text{ mm}$$
$$\Leftrightarrow \pm 0,01 \text{ mm}$$

L'erreur de mesure total tient compte de l'incertitude de mesure des palpeurs :

$$E \text{ totale : Fogale} = 0,01 + 0,001 = \pm 0,011$$

#### 2.6 - Décalage système P3 - P4 dans la direction R3 :

Erreur de positionnement de l'outillage : (voir angle  $15^\circ$ ) -  $19''$  pour 125 mm de bras de levier.

Ici le bras de levier à prendre en compte est d'environ 150 mm (distance axe  $\varnothing 81$  palpeur n°9).

L'erreur de mesure est donc de 15 micromètres.

Erreur palpeurs :

Fogale  $\pm 1$  micromètre

Erreur de mesure totale :

Fogale  $\pm 16$  micromètre

**NB** : les erreurs de mesure dues au défaut de verticalité de l'outillage (centrage dans  $\varnothing 216$ ) sont négligeables (ordre de grandeur  $1\mu\text{m}$ ).



Emplacement des capteurs capacitifs FOGALE

16 palpeurs

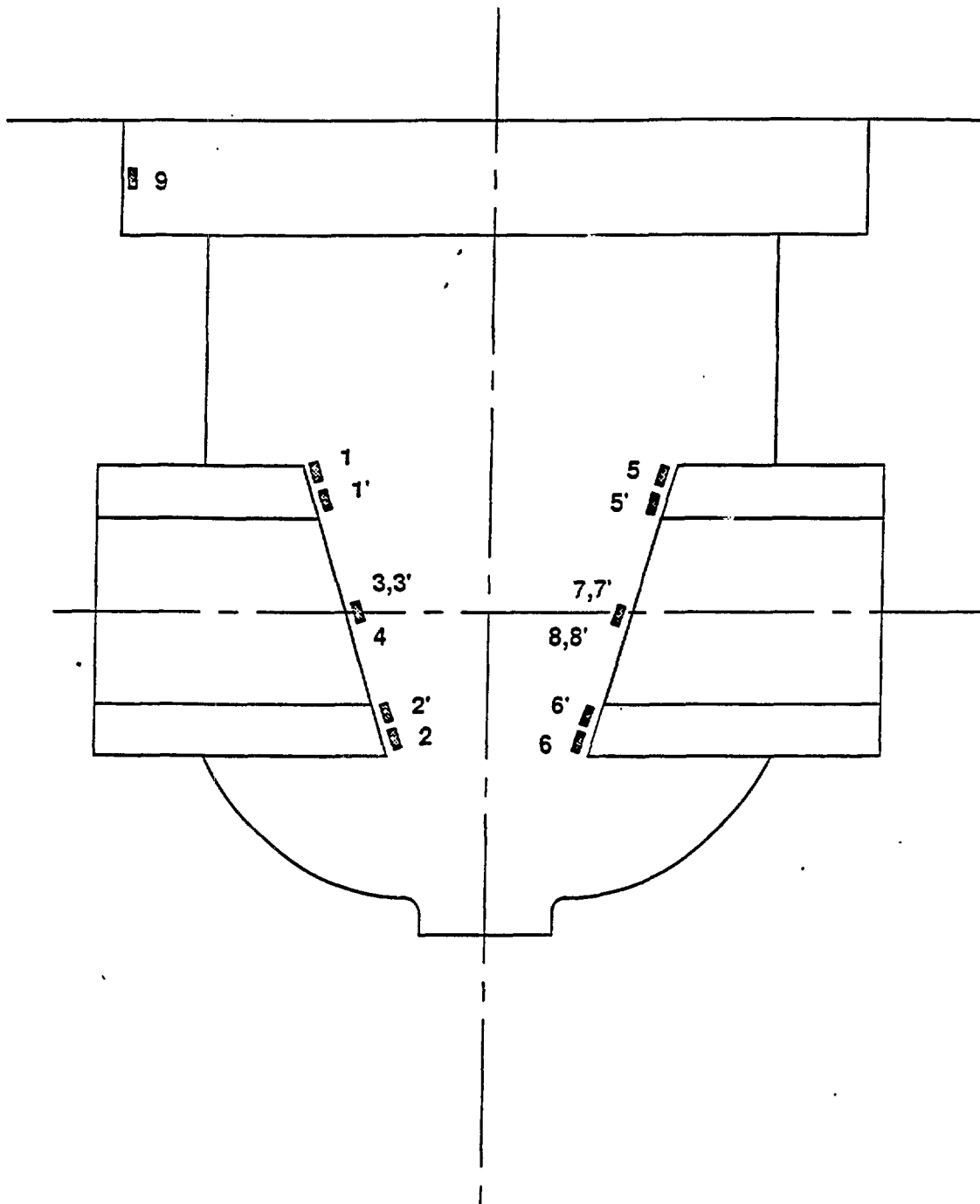


Schéma n° 38

Emplacement des capteurs capacitifs FOGALE

vue latérale

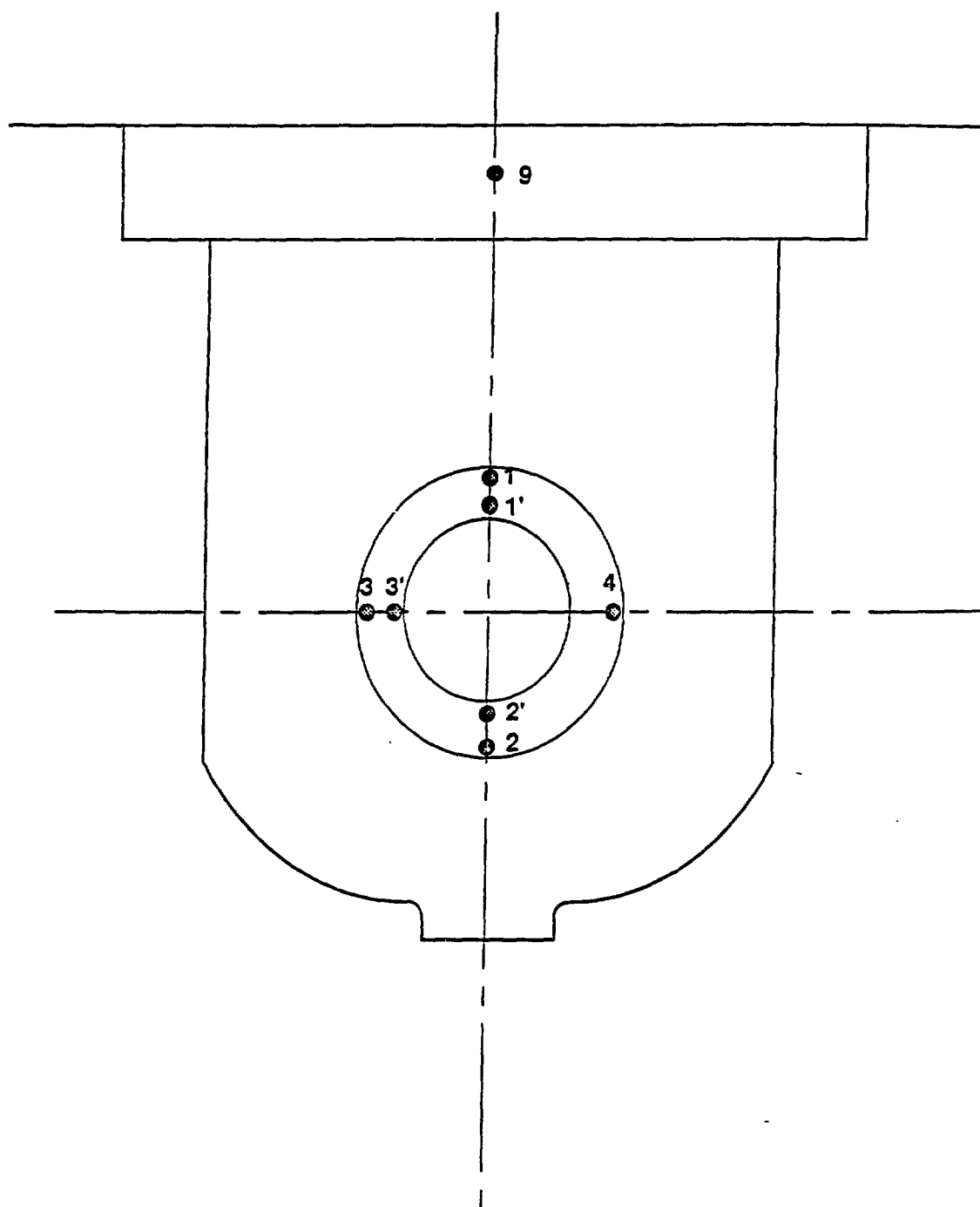


Schéma n°39

Spécifications contrôlées par l'outillage

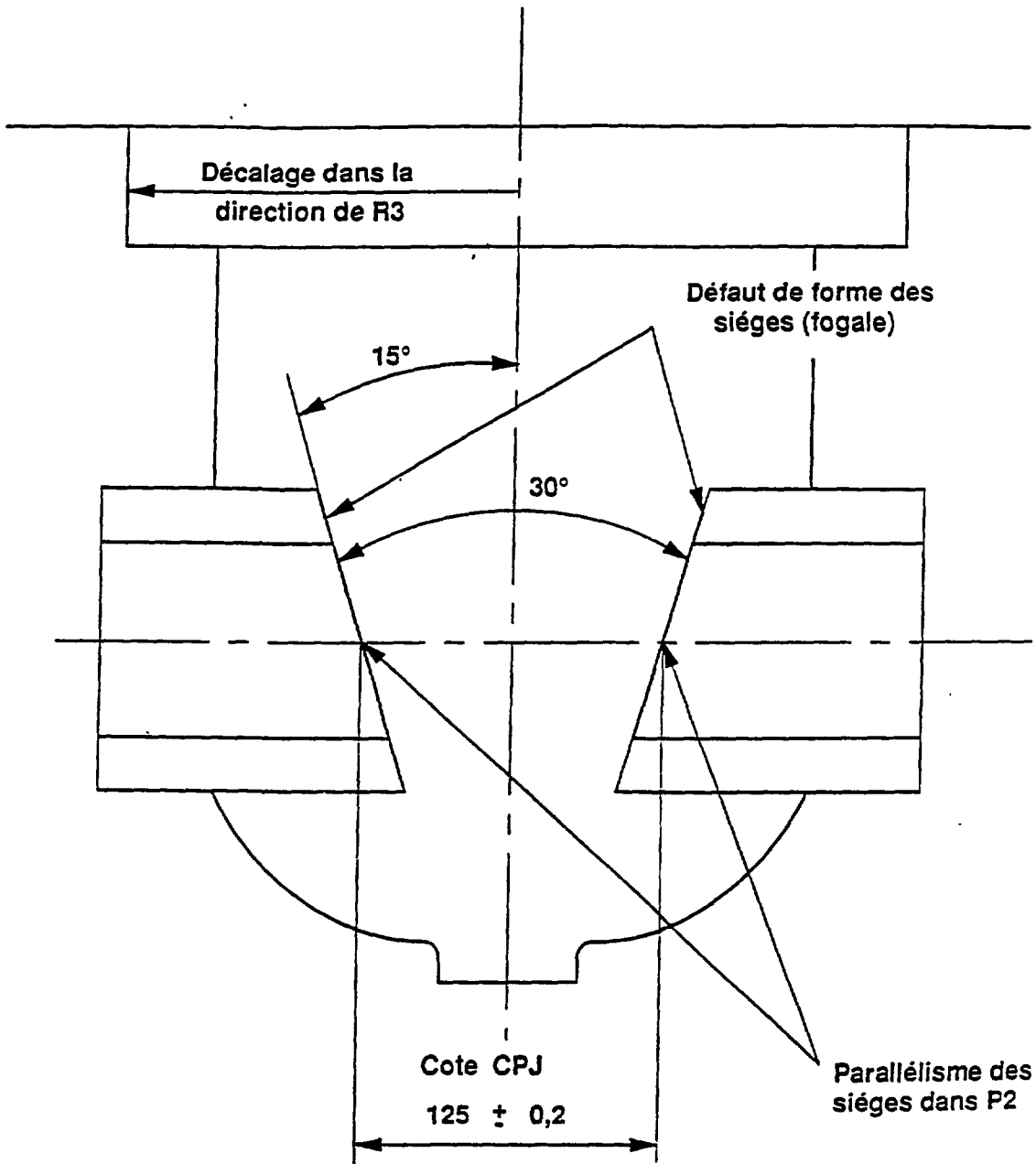


Schéma n°40



La mesure SANS CONTACT, précise et rapide

## ANNEXE II

### **METROLOGIE DIMENSIONNELLE SANS CONTACT EN MILIEU INDUSTRIEL PAR LES CAPTEURS CAPACITIFS ATTOGALE**

**Mesure précise, rapide, simple à employer.**

- Capteurs :**
- **statiques (sans mécanique fragile),**
  - **faciles à calculer,**
  - **fonctionnant à toutes températures (1 000 °C),**
  - **toutes géométries de capteurs possibles,**
  - **matériaux presque tous mesurables (pneumatiques, métaux, plâtres, bois, béton, produits agro-alimentaires...).**

**Quelques exemples d'utilisation des capteurs capacitifs.**



- Fig.1 :** Capteur plan.
- Fig.1 bis :** Capteur bille ; une électrode sphérique donne une réponse indépendante de la position angulaire de la cible.
- Fig.2 :** Mesure sans contact de l'épaisseur vraie d'un produit plat (tôle, enduit mou ...), même si l'inclinaison de cet objet fluctue.
- Fig.3 :** Mesure sans contact de circularités par la méthode traditionnelle, c'est-à-dire avec une rotation relative du capteur et de l'objet. Bien sûr, les erreurs de pivot sont reportées directement dans l'erreur de mesure.
- Fig.4 :** Mesure de circularité sans contact et rapide (1 ms pour chaque mesure de circularité) par un multicapteur, sans besoin que ce capteur soit centré.
- Fig.4 bis :** Plusieurs niveaux de capteurs permettent la cylindrométrie complète d'un alésage, c'est-à-dire : conicité, rectitude des génératrices, circularité des diverses sections et identification de l'axe du trou.
- Fig.5 :** Mesure sans contact de la forme d'un miroir (rayons de courbure principaux, défauts de forme).
- Fig.6 :** Mesures de surfaces complexes par des capteurs sphériques sans contact, la "correction de bille" est identique à la correction classique des capteurs à contact.
- Fig.7 :** Mesure simultanée sans contact, en 0,1 s., par deux rangées de 29 capteurs, des volumes des dépôts de soudure (diamètre moyen des dépôts  $\approx 100 \mu\text{m}$ , espacement entre dépôts  $= 250 \mu\text{m}$ ).
- Fig.8 :** Asservissement en boucle fermée de position du bilame piézo-électrique (face au guide-d'ondes) avec une bande passante atteignant  $2 f_0$  ( $= 1 \text{ kHz}$ ) et une précision de positionnement de  $0,5 \mu\text{m}$  ( $f_0 =$  fréquence propre de vibration du bilame).
- Fig.9 :** Asservissement de position d'un miroir mobile (moteur magnétique ou bilame piézo) :
- précision angulaire  $\leq 1 \mu\text{-radian}$ ;
  - bande passante de la mesure de précision  $= 10 \text{ kHz}$ .
- Fig.10 :** Schéma de l'asservissement de position en boucle fermée par le capteur  $C_1$ .
- V est une tension programmable,  
 $C_1 - C_{10} = V/g$ . g = gain du pont ATTOGALE  $D_1$ .
- Fig.11-12 :** Résultat de l'asservissement de position pendant 300 s. (5 min.), la tension de commande V a pris la valeur  $V_0$  pendant la 1e, 3e et 5e minute,  $(V_0 - \partial V)$  la 2e minute et  $(V_0 + \partial V)$  la 4e minute et comparaison des signaux  $S_1$  et  $S_2$ , fournis par les deux capteurs  $C_1$  et  $C_2$ ; la différence de ces mesures indépendantes n'excède pas 60 picomètres crête-à-crête.

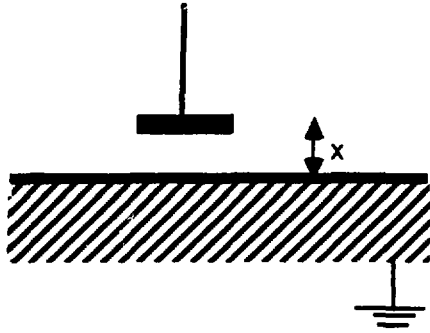


Fig. 1

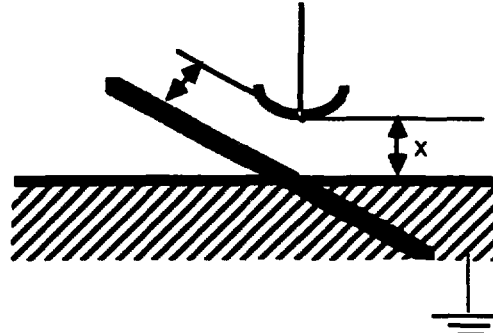


Fig. 1 bis

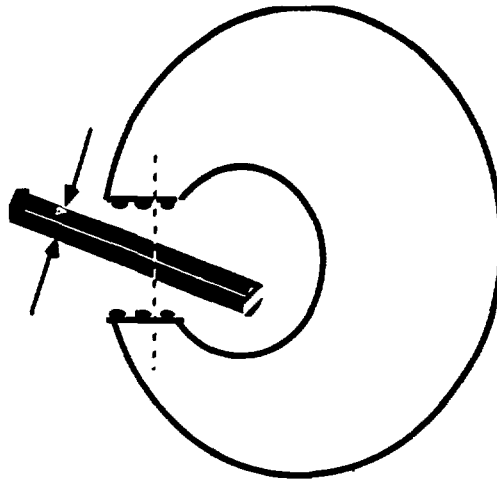


Fig. 2

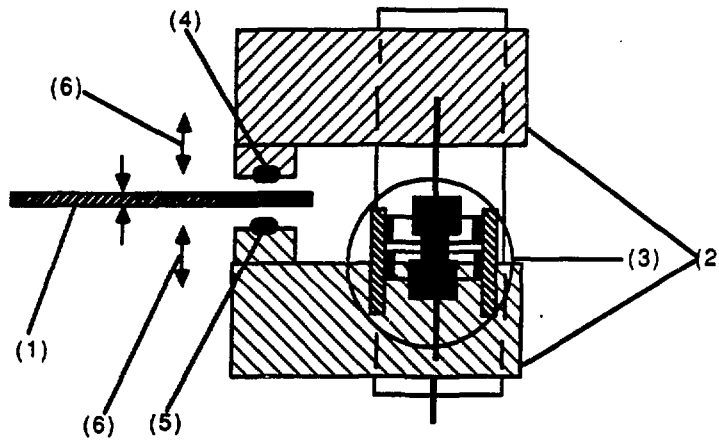
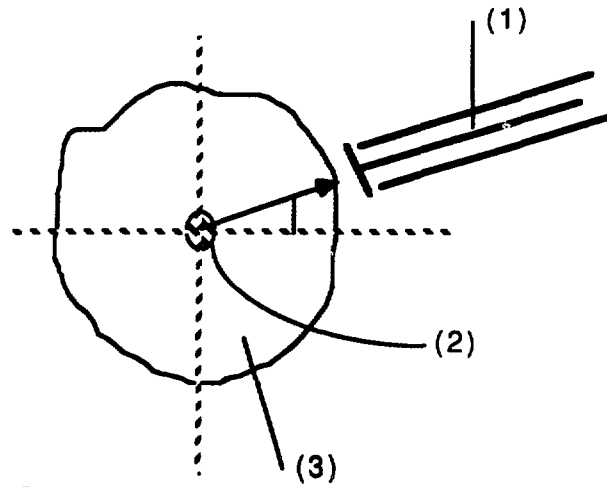


Fig. 2 bis

- (1) tôle défilant à grande vitesse
- (2) mâchoires mobiles porte-capteurs (4, 5)
- (3) capteur principal
- (4) capteur supérieur
- (5) capteur inférieur
- (6) dégagements des 2 mâchoires (100 mm) en 0,2 s.



- (1) capteur
- (2) erreurs de pivot
- (3) section circulaire analysée

Fig. 3

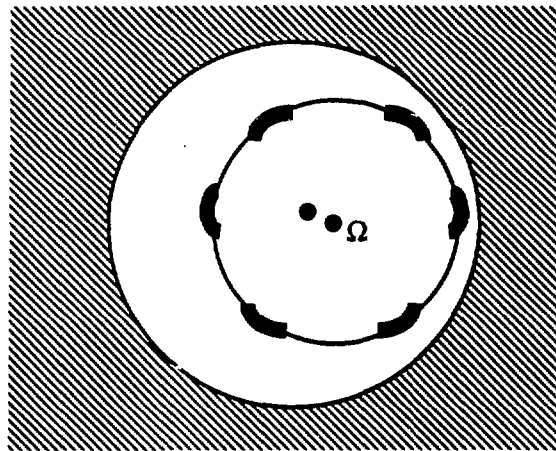


Fig. 4

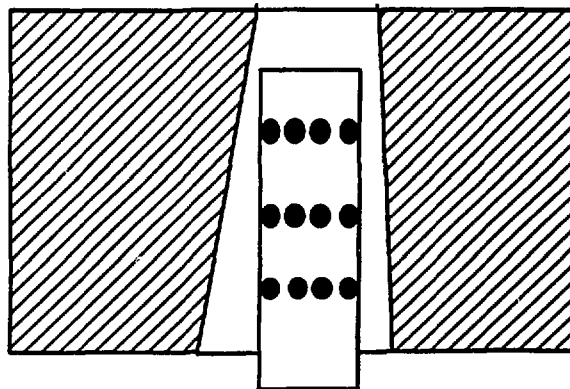
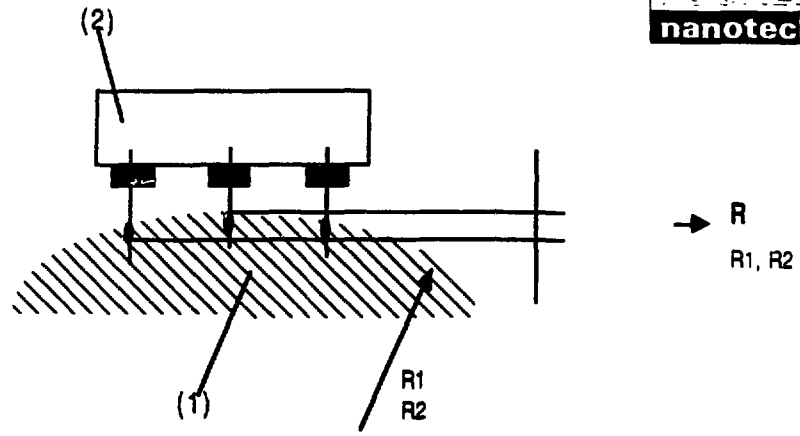
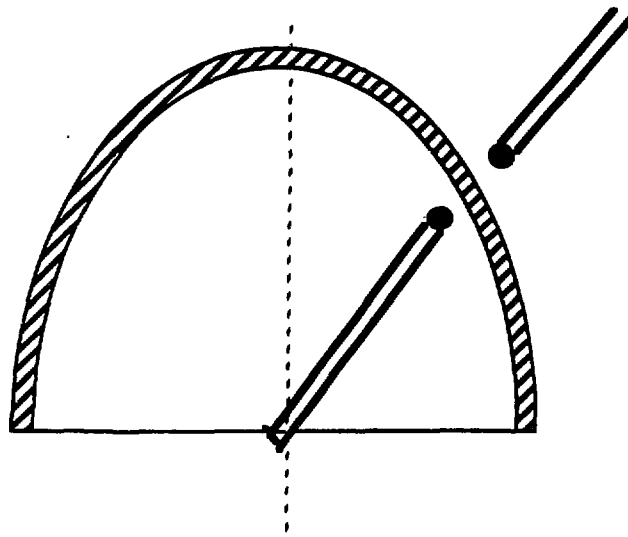


Fig. 4 bis

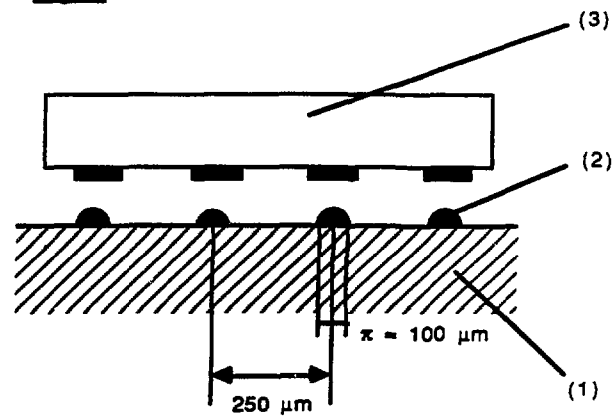


**Fig. 5**

(1) miroir  
(2) multi-capteur



**Fig. 6**

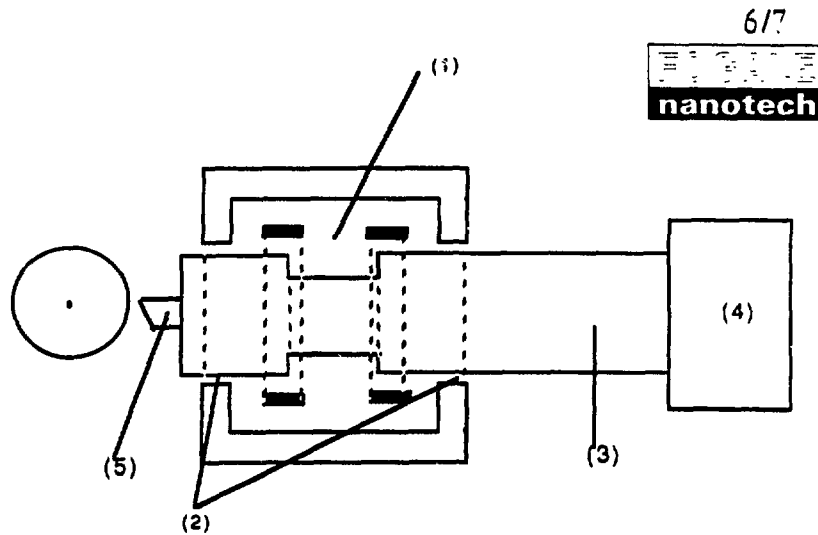


**Fig. 7**

(1) circuit intégré  
(en cours de fabrication)  
(2) dépôts de soudure  
(3) capteurs de mesure des volumes de (2)

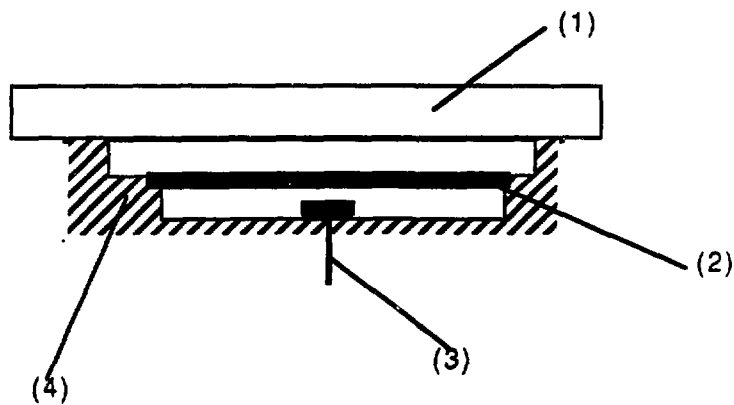


# Schéma 37



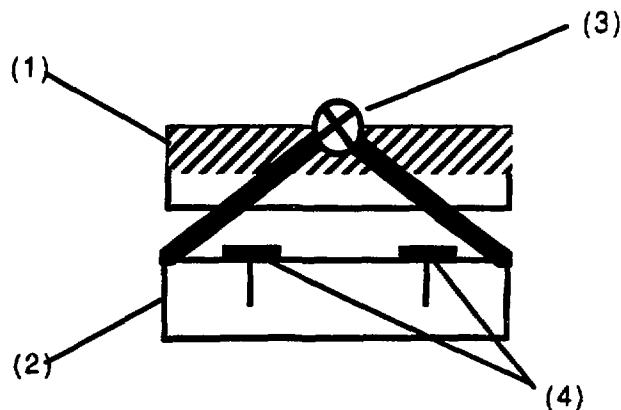
**Fig. 8**

- (1) capteur cylindrique à emboîtement fonctionnant dans l'huile.
- (2) paliers hydrodynamiques de guidage de (3)
- (3) porte outil
- (4) pot vibrant
- (5) outil



**Fig. 9**

- (1) guide d'ondes
- (2) bilame piézo-électrique
- (3) capteur
- (4) support



**Fig. 10**

- (1) miroir mobile en silicium
- (2) bâti

- (3) 2 pivots élastiques
- (4) quatre capteurs ( 2 par axe )

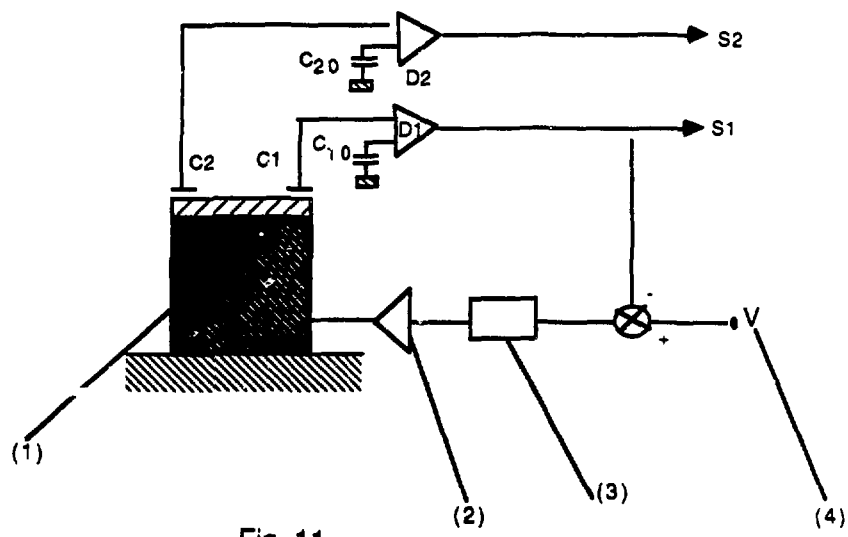


Fig. 11

- (1) butée piézo-électrique
- (2) ampli grand gain
- (3) réseau correcteur
- (4) tension de commande

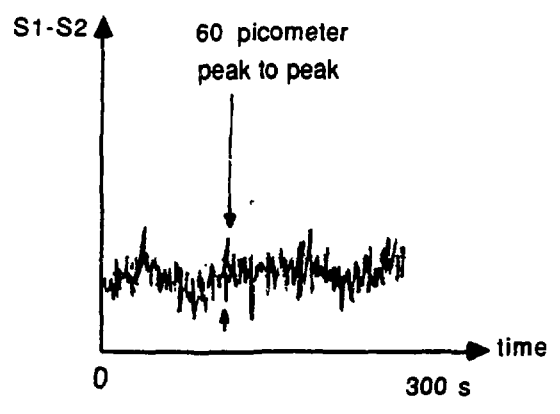
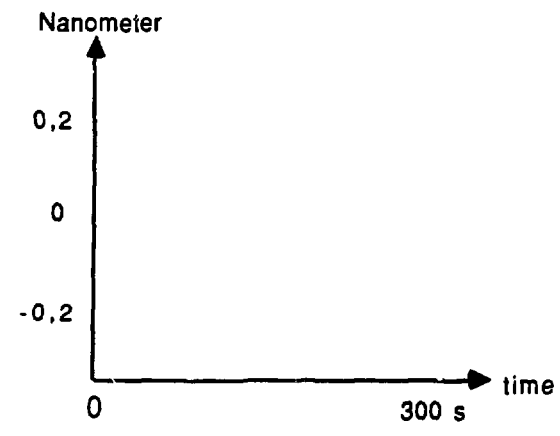


Fig. 12