

**POMPE DE CIRCULATION ELECTROMAGNETIQUE
POUR GAZ CORROSIFS**

par

Pierre NOE , Denise DELAFOSSE , Gérard DELETRE

Rapport C E A - R 2744

CEA-R 2744 - NOE Pierre, DELAFOSSE Denise, DELETRE Gérard

**POMPE DE CIRCULATION ELECTROMAGNETIQUE POUR GAZ
CORROSIFS**

Sommaire. - En vue de véhiculer des produits très corrosifs (composés fluorés) nous avons été amené à réaliser une pompe de circulation entièrement métallique, capable de fonctionner en température et sous vide moléculaire. Nous avons recherché la simplicité tant dans sa réalisation que dans son fonctionnement.

Les essais ont montré que les taux de compression fournis, sans être élevés, sont intéressants (1,5 à la pression de 100 torr) (voir courbe I).

La gamme des débits est très large : d'une centaine de $\text{cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$ à 3 000 $\text{cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$ (voir courbes IV, V, VI).

La désorption de cette pompe ne présente pas de difficulté en pompant à la fois côté aspiration et côté refoulement. Un perçage de 2 mm de diamètre dans le piston permet la désorption de l'espace entre les 2 segments.

Le coût de cette pompe est peu élevé : 1 300 F, coffret électrique compris.

1964

16 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

CEA-R 2744 - NOE Pierre, DELAFOSSE Denise, DELETRE Gérard

ELECTROMAGNETIC CIRCULATION PUMP FOR CORROSIVE GASES

Summary. - In order to transport very corrosive products (fluorinated compounds) we have been led to develop a totally metallic circulation pump capable of operating at above room temperatures and with a molecular vacuum. We have aimed at maximum simplicity both in its conception and in its operation.

The tests showed that the compression ratios produced, although not high are interesting (1.5 at a pressure of 100 torr) (see curve I).

The flow-rate range is very wide : about one hundred $\text{ccs}/\text{atm}/\text{min}$. to 3,000 $\text{ccs}/\text{atm}/\text{min}$. (see curves IV, V, VI).

The desorption of this pump presents no difficulty if both the aspiration and the reject sides are pumped together. A hole of 2 mm diameter drilled in the piston makes it possible to desorb the space between the two segments.

The price of this pump is not high : 1,300 F, with the electrical cabinet.

1964

16 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

Les rapports du COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE sont, à partir du n° 2200, en vente à la Documentation Française, Secrétariat Général du Gouvernement, Direction de la Documentation, 16, rue Lord Byron, PARIS VIIIème.

The C.E.A. reports starting with n° 2200 are available at the Documentation Française, Secrétariat Général du Gouvernement, Direction de la Documentation, 16, rue Lord Byron, PARIS VIIIème.

**Département de Physico-Chimie
Service des Etudes sur la Séparation des Isotopes de l'Uranium**

POMPE DE CIRCULATION ELECTROMAGNETIQUE POUR GAZ CORROSIFS

par

Pierre NOE, Denise DELAFOSSE et Gérard DELETRE

POMPE DE CIRCULATION ELECTROMAGNETIQUE POUR GAZ CORROSIFS

I - DESCRIPTION (Figure 1)

La pompe est du type électromagnétique, alternative à simple effet. Elle est entièrement métallique : corps en monel, piston en nickel. Elle comporte deux joints seulement (joints métalliques minces).

Les canalisations et les sections de passage à l'intérieur de la pompe sont toutes de 10 mm de diamètre. Les brides d'entrée et de sortie sont des brides normalisées ESU en voie de 10 mm.

Le ressort du piston est en monel.

Le portage du piston sur le cylindre s'effectue par l'intermédiaire de segments en téflon assurant, à la fois, une bonne étanchéité et un coefficient de frottement faible.

La soupape d'aspiration est constituée par une bille en téflon logée dans le piston. Une autre bille en téflon joue le rôle de soupape de refoulement à la partie haute du cylindre.

Le mouvement alternatif du piston est assuré par une bobine alimentée à intervalles réguliers par un coffret électrique de commande (voir figure 2).

II - FONCTIONNEMENT (figure 2)

Le fonctionnement de la pompe est assuré par une bobine conçue pour résister à un fonctionnement continu dans une enceinte à 70 °C.

Cette bobine est alimentée en courant continu par l'intermédiaire de redresseurs. Un alternostat, monté sur l'alimentation des redresseurs permet de régler la tension du courant envoyé dans la bobine.

L'alimentation intermittente de la bobine est assurée par un petit moteur synchrone actionnant un microrupteur par l'intermédiaire d'une came.

Le moteur tourne à 60 tours/mn, 2 jeux de pignons permettent une rotation de la came aux vitesses suivantes 30, 60, 120 tours/m.

Ces vitesses de rotation de la came déterminent la cadence de fonctionnement de la

pompe d'où le débit. Pour changer de cadence il suffit de changer le jeu de pignons entre moteur et came.

Afin de régler la durée de l'impulsion le levier du microrupteur est déplaçable par rapport à la came.

Un rhéostat, monté en dérivation sur l'alimentation de la bobine, permet de laisser passer, de façon continue, une partie du courant dans la bobine, créant dans celle-ci, un champ magnétique résiduel lorsque le microrupteur est ouvert ; ce qui permet le freinage du piston lors de sa chute.

III - REGLAGE

La position du microrupteur par rapport à la came est réglée une fois pour toute à la valeur minimum de la durée de l'impulsion.

La bobine est fixée sur le cylindre ; sa position étant déterminée de façon à éviter les chocs du piston à la partie haute de cylindre.

Le courant à la sortie de l'alternostat a été fixé par les essais : 36 volts lorsque la pompe est froide, 42 volts après environ 1 heure de fonctionnement. Au delà de cette valeur (outre la fatigue par échauffement excessif de la bobine), le piston est attiré trop brusquement et, du fait de son inertie, vient frapper la partie haute du cylindre.

Le rhéostat est réglé de façon à réduire les chocs du piston, à la partie basse du cylindre, au minimum, sans toutefois les éliminer complètement. Ceci permet de contrôler le bon fonctionnement de la pompe par le faible bruit lors du contact du ressort sur le fond du cylindre, et de s'assurer ainsi qu'une course optimum du piston.

En cas de nécessité le rhéostat peut être utilisé pour diminuer la course du piston et ainsi réduire le débit de la pompe en dehors du réglage du débit par le choix de la cadence de fonctionnement. Il suffit, pour cela, d'augmenter le freinage de façon à ce que le piston ne descende pas jusqu'au fond du cylindre lors de sa chute. Un autre moyen de diminuer la course du piston donc le débit est de fixer la bobine à une position plus basse sur le cylindre.

IV - CARACTERISTIQUES DE LA POMPE FONCTIONNANT EN ETUVE A 60 °C

1° - Taux de compression.

a) - Cadence 120 courses utiles/mn.

Nous avons représenté courbe I le taux de compression $k = \frac{P_r}{P_a}$ en fonction de la pression au refoulement de la pompe de circulation.

$$k = f(P_r)$$

Nous constatons, que lorsque la pression au refoulement diminue, la pression à l'aspiration diminue. Mais les fuites aux segments diminuant avec la pression, P_a diminue plus rapidement que P_r . Donc si $P_r \longrightarrow 0$, $\frac{P_r}{P_a} \longrightarrow \infty$ ce qui confirme d'ailleurs l'allure générale de la courbe trouvée.

Les taux de compression trouvés ne sont pas très élevés. Ceci est dû aux jeu

relativement importants nécessaires à la libre chute du piston dans le cylindre.

2° - Débits.

Nous avons relevé les débits en fonction de la pression d'aspiration $Q = f(P_a)$ pour diverses pressions constantes au refoulement de la pompe. Nous avons ainsi tracé les courbes des débits correspondantes aux pressions de refoulement suivantes : 200, 150, 100 et 50 mm de mercure.

Les débits sont nuls pour la pression d'aspiration correspondante aux taux de compression maximum, à la pression de refoulement choisie.

Les débits maxima correspondent à la cylindrée géométrique de la pompe, compte tenu de la correction de pression et de température. Soit C_g la cylindrée géométrique de la pompe à la cadence choisie et à la pression atmosphérique. Si la pression au refoulement de la pompe est P_r et si la pompe fonctionne à 60°C le flux maximum en $\text{cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$ ramené à 20°C sera :

$$\frac{C_g \times P_r}{760} \times \frac{273 + 20}{273 + 60} = Q \text{ max. cm}^3/\text{atm}/\text{mn}.$$

Le diamètre du cylindre étant de 40 mm et la course du piston de 100 mm environ, nous obtenons, pour une pression de 150 torrs au refoulement de la pompe, les flux maxima suivants ramenés à 20°C et à la pression atmosphérique :

Cadence 30 courses utiles/mn, $655 \text{ cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$

Cadence 60 courses utiles/mn, $1310 \text{ cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$

Cadence 120 courses utiles/mn, $2620 \text{ cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$

b) - Cadence 30 courses utiles/mn (courbe II).

Les courbes s'infléchissent vers le haut au fur et à mesure que la différence de pression entre aspiration et refoulement diminue. Ceci est dû aux fuites qui varient dans le même sens que P .

c) - Cadence 60 courses utiles/mn (courbe III).

Même remarque que précédemment. Les débits sont pratiquement le double de ceux relevés à 30 courses utiles/mn.

d) - Cadence 120 courses utiles/mn (courbe IV).

Même remarque que précédemment. Les débits sont pratiquement le double de ceux relevés à la cadence de 60 courses utiles/mn.

Nous pouvons donc dire que pour cette pompe les débits sont proportionnels à la cadence de fonctionnement.

V - ESSAIS D'ENDURANCE EN SERVICE PROLONGE

Il nous a semblé intéressant d'effectuer un essai d'endurance en service prolongé, la pompe fonctionnant à la cadence maximum c'est-à-dire 120 courses utiles/mn et en étuve à 60°C .

Résultats.

La pompe a fonctionné de façon satisfaisante à la cadence maximum durant un essai

d'endurance de 265 heures. Durant cet essai la pompe a été soumise à 8 cycles thermiques, "ambiante, 60 °C, ambiante" et a fonctionné un total de 50 heures 45 dans une ambiance de 60 °C.

VI - ESSAIS DE DESORPTION DE LA POMPE

1° - Conditions des essais.

Le montage d'essais comporte le minimum de tuyauteries et de raccords.

2° - Résultats.

a) - Pompage uniquement du côté refoulement de la pompe de circulation.

Dans ce cas le by-pass est fermé.

1 - Pompe de circulation stoppée.

Nous avons représenté courbe V en trait plein l'allure des courbes de descente en pression des parties aspiration et refoulement de la pompe. Nous constatons que la pression côté aspiration de la pompe descend jusqu'à une limite correspondant à la pression de $9,5 \cdot 10^{-2}$ torr, environ 10^{-1} torr.

2 - Pompe de circulation en fonctionnement.

La courbe en trait interrompu courbe V représente les courbes de descente en pression.

Nous constatons que la pression diminue plus rapidement tant au refoulement qu'à l'aspiration de la pompe. La pression à l'aspiration de la pompe est limitée à une valeur très légèrement inférieure à celle trouvée lorsque la pompe était stoppée $7,10^{-2}$ torr.

La pression à l'aspiration ne descendant qu'aux environs de 10^{-1} torr il semble donc nécessaire d'effectuer le pompage pour la désorption en pompant des 2 côtés de la pompe : côté aspiration et côté refoulement.

b) - Pompage à la fois côté aspiration et côté refoulement de la pompe.

Dans ce cas le by-pass est ouvert, la pompe est stoppée.

Nous avons représenté courbe VI les vitesses de descente en pression. Des 2 côtés de la pompe nous obtenons très rapidement le vide maximum.

c) - Essai de vidage des segments et des joints.

Le pompage a lieu à la fois côté aspiration et côté refoulement de la pompe de circulation, by-pass ouvert. Au bout de 15 mn le pompage est stoppé et la pompe de circulation est alors maintenue sous vide statique durant 30 mn. On obtient alors les pressions suivantes :

Côté refoulement $1,5 \cdot 10^{-1}$ torr

Côté aspiration $1,2 \cdot 10^{-1}$ torr

ces valeurs ont été jugés suffisantes compte tenu du faible temps de pompage.

VII - CONCLUSION

La pompe essayée est entièrement métallique et de conception simple. Son système d'alimentation électrique est robuste. Elle fournit des taux de compression peu élevés de l'ordre

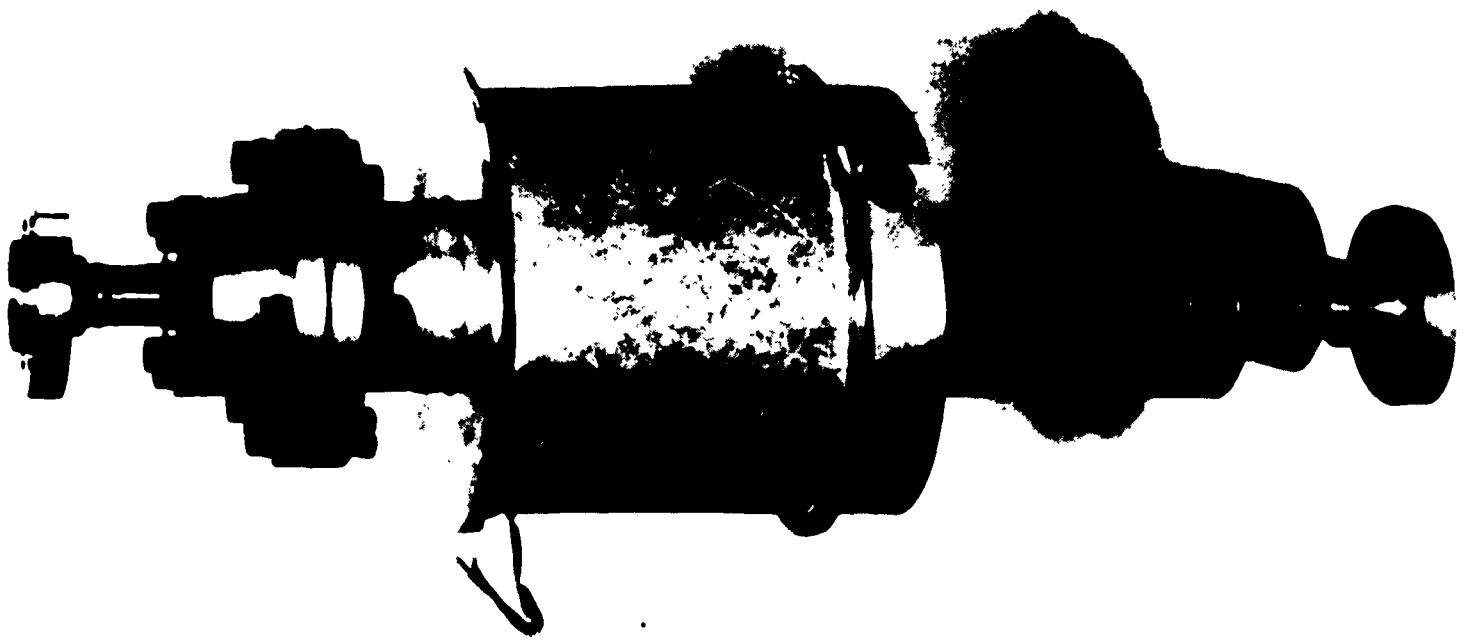
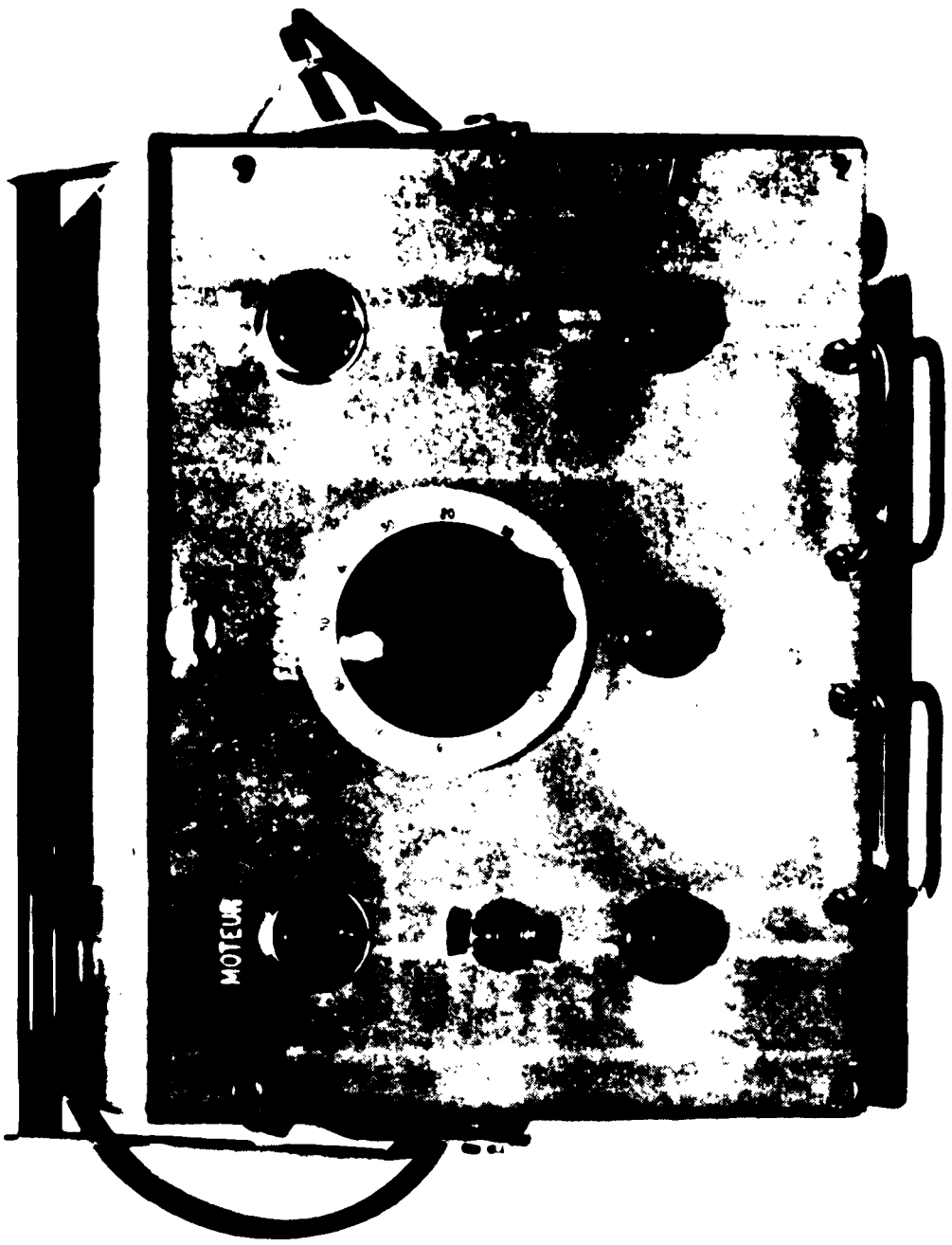
de 1,5 à la pression de 100 torrs. 3 cadences de fonctionnement déterminées avec précision puis-que commandées par moteur synchrone permettent 3 gammes de débit. La gamme des débits est très étendue puisqu'elle peut aller d'une centaine de $\text{cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$ à $3000 \text{ cm}^3/\text{atm}/\text{mn}$.

La pompe a supporté sans fatigue un essai d'endurance de 265 heures en service continu tout en étant soumise à des conditions de fonctionnement variables (cycles de température $30^\circ - 60^\circ \text{C}$).

La désorption de cette pompe doit s'effectuer par pompage à la fois côté aspiration et côté refoulement de la pompe. Dans ces conditions le dégazage de la pompe est satisfaisant y compris le dégazage des gorges de segments.

L'originalité de cette pompe réside dans sa conception métallique capable de résister aux produits les plus corrosifs d'où la nécessité d'employer des matériaux présentant une bonne résistance à la corrosion. De plus elle est étanche au vide moléculaire (taux de fuite $\leq 10^{-5}$ lusec) et peut fonctionner sans réfrigération dans une enceinte thermostatée jusqu'à 70°C .

Manuscrit reçu le 21 Décembre 1964



Chapeau (Cupro-Nickel)
type Monel

Joint mince ép: 0,2 (A5)

Bille réflon
soupape de refoulement

Couvercle (Cupro-Nickel)
type Monel

Joint mince ép: 0,2 (A5)

Cylindre (Cupro Nickel)
type Monel

Bobine

Bouchon (réflon)

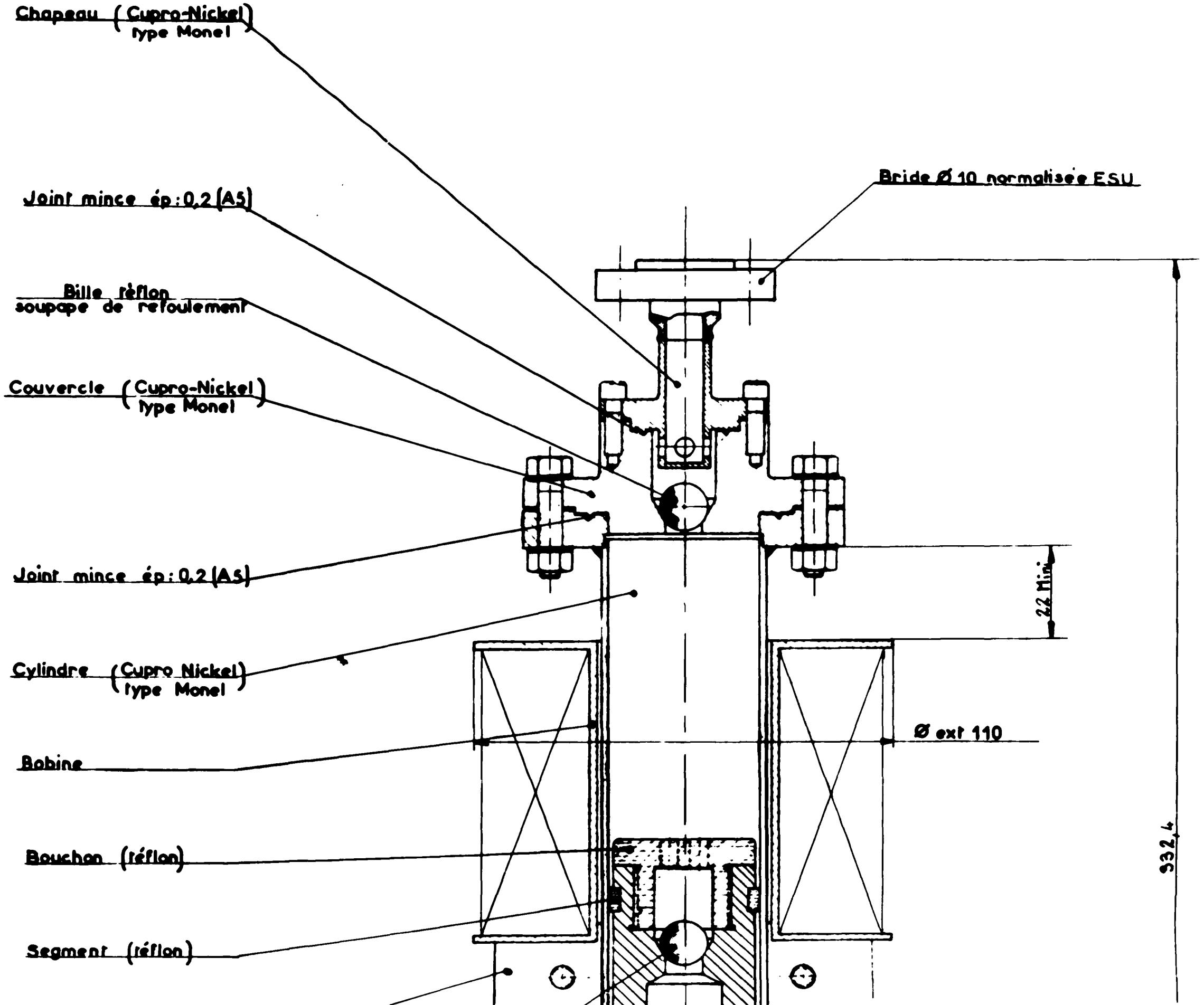
Segment (réflon)

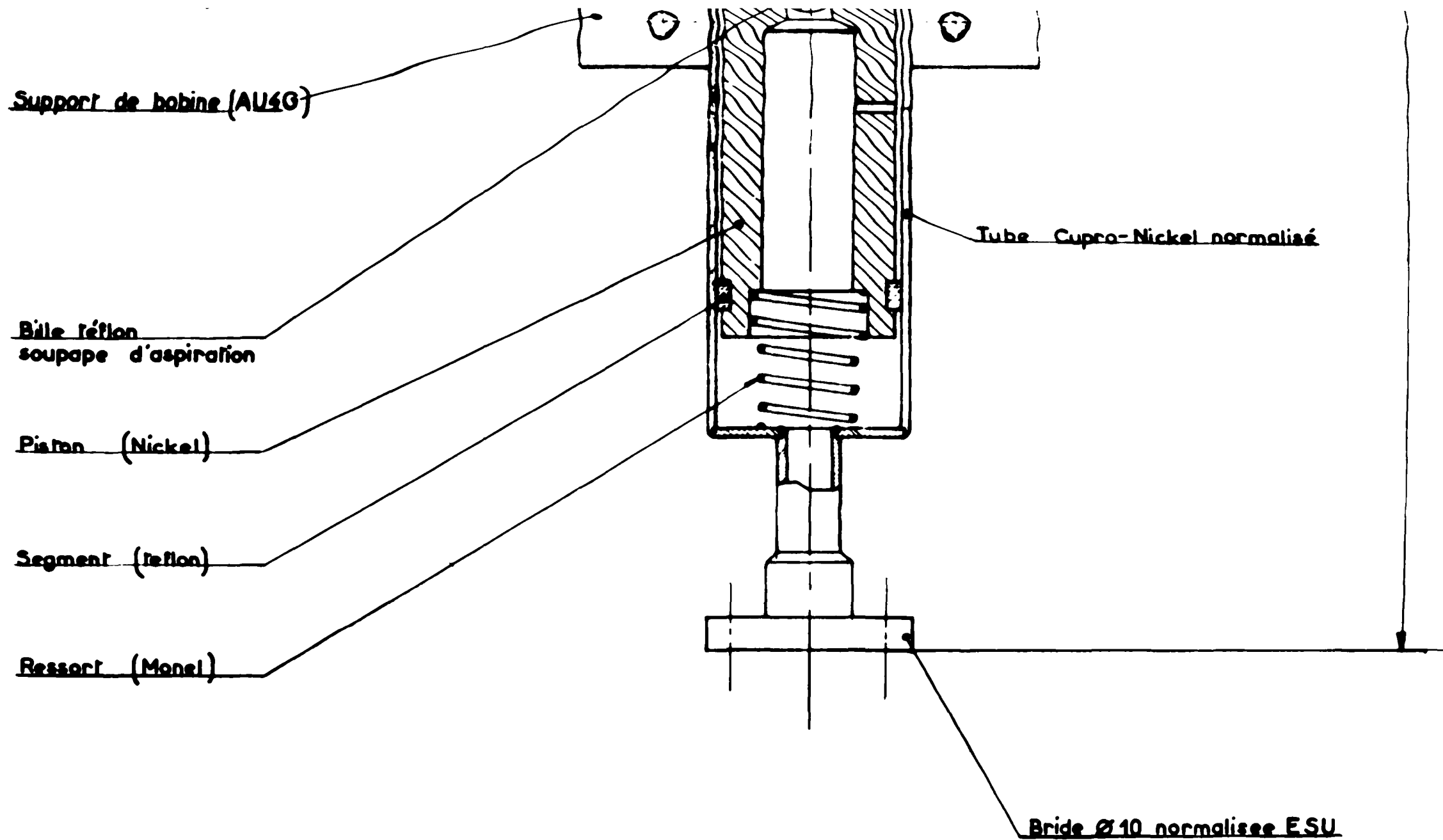
Bride Ø 10 normalisée ESU

22 Min

Ø ext 110

932,4

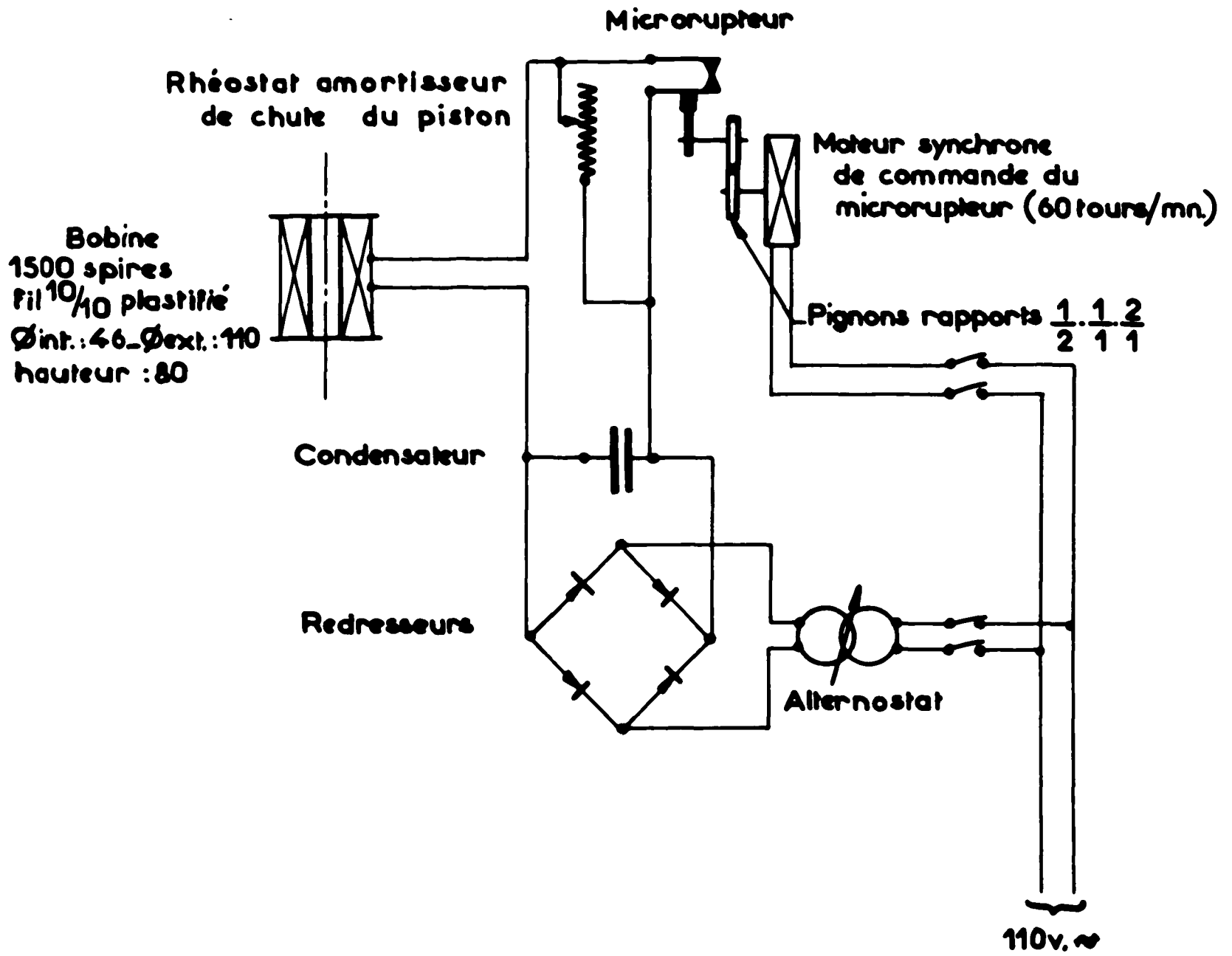




- Fig. 1 -

NOMBRE DE PIÈCES _____		MATIÈRE _____	
Pompe de circulation électromagnétique pour gaz corrosifs			
COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE		CE PLAN EST LA PROPRIÉTÉ DU CEA SA REPRÉSENTATION ET SA REPRODUCTION SONT STRICTEMENT INTERDITES LOI DU 11 MARS 1957	
ÉCHELLE 1/1	DESINÉ PAR <i>APF.</i>	N°40080	INDICE
DATE Avril.63	VÉRIFIÉ PAR		

ALIMENTATION DE LA BOBINE

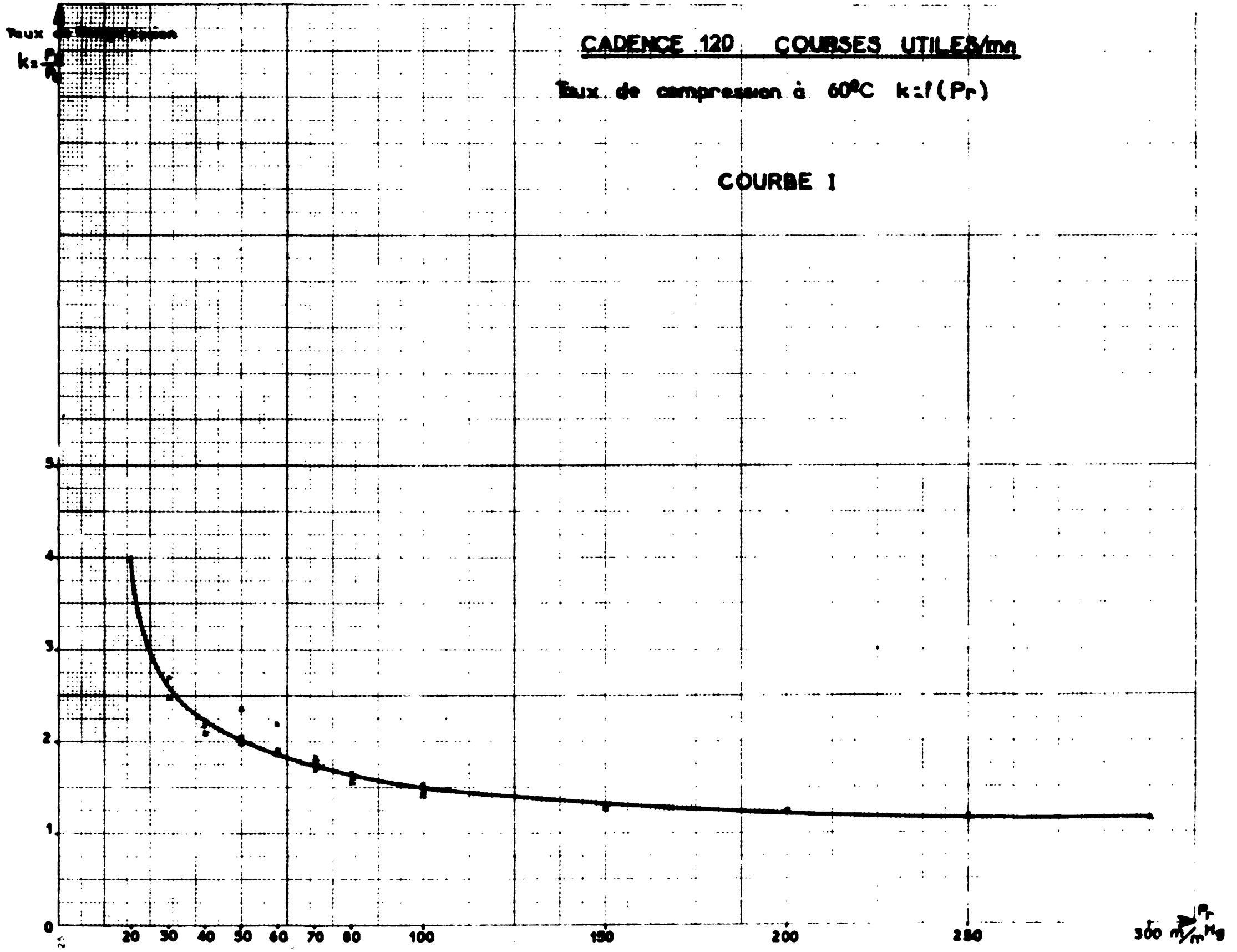


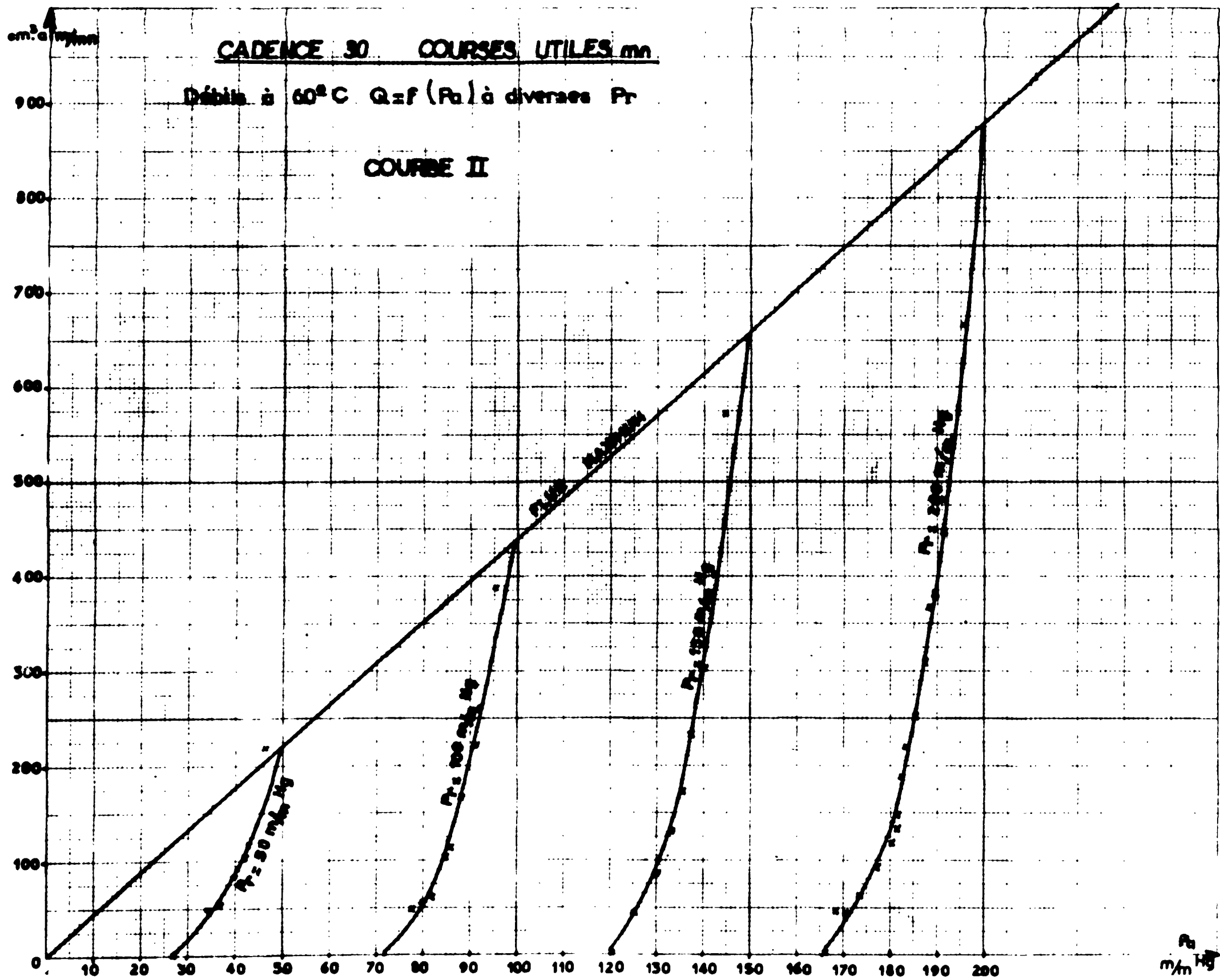
- Fig. 2 -

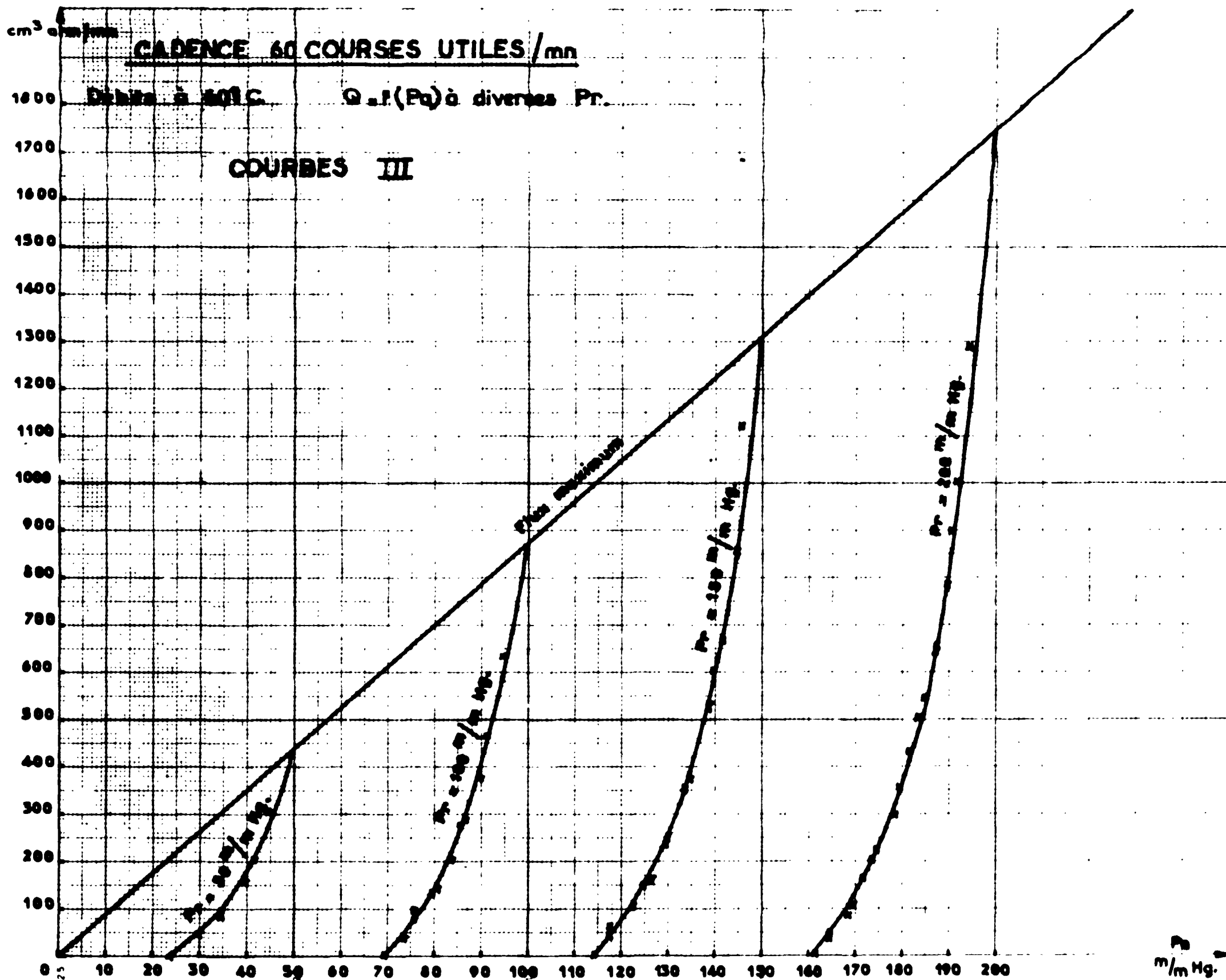
CADENCE 120 COURSES UTILES/mn

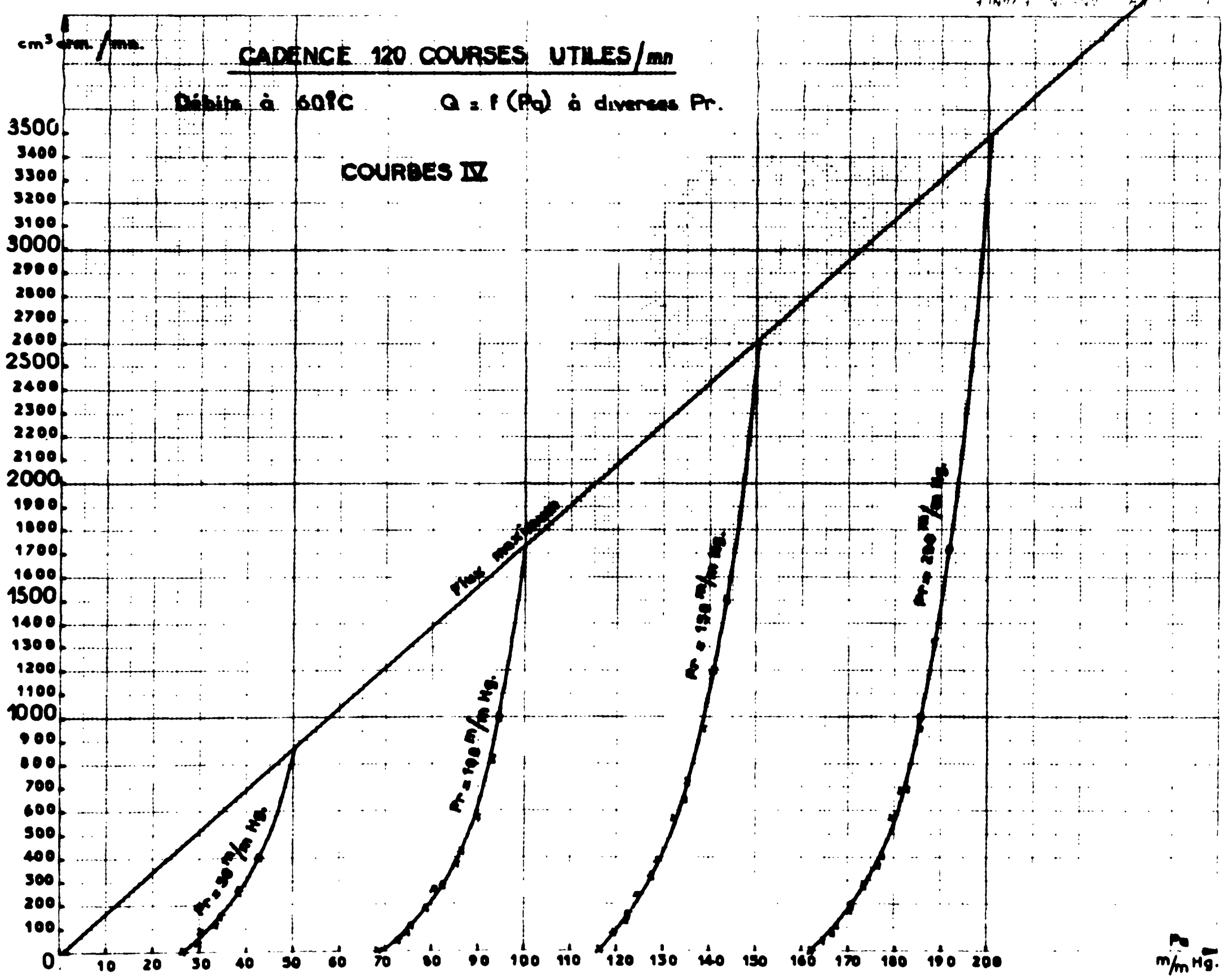
Taux de compression à 60°C $k=f(P_r)$

COURBE 1









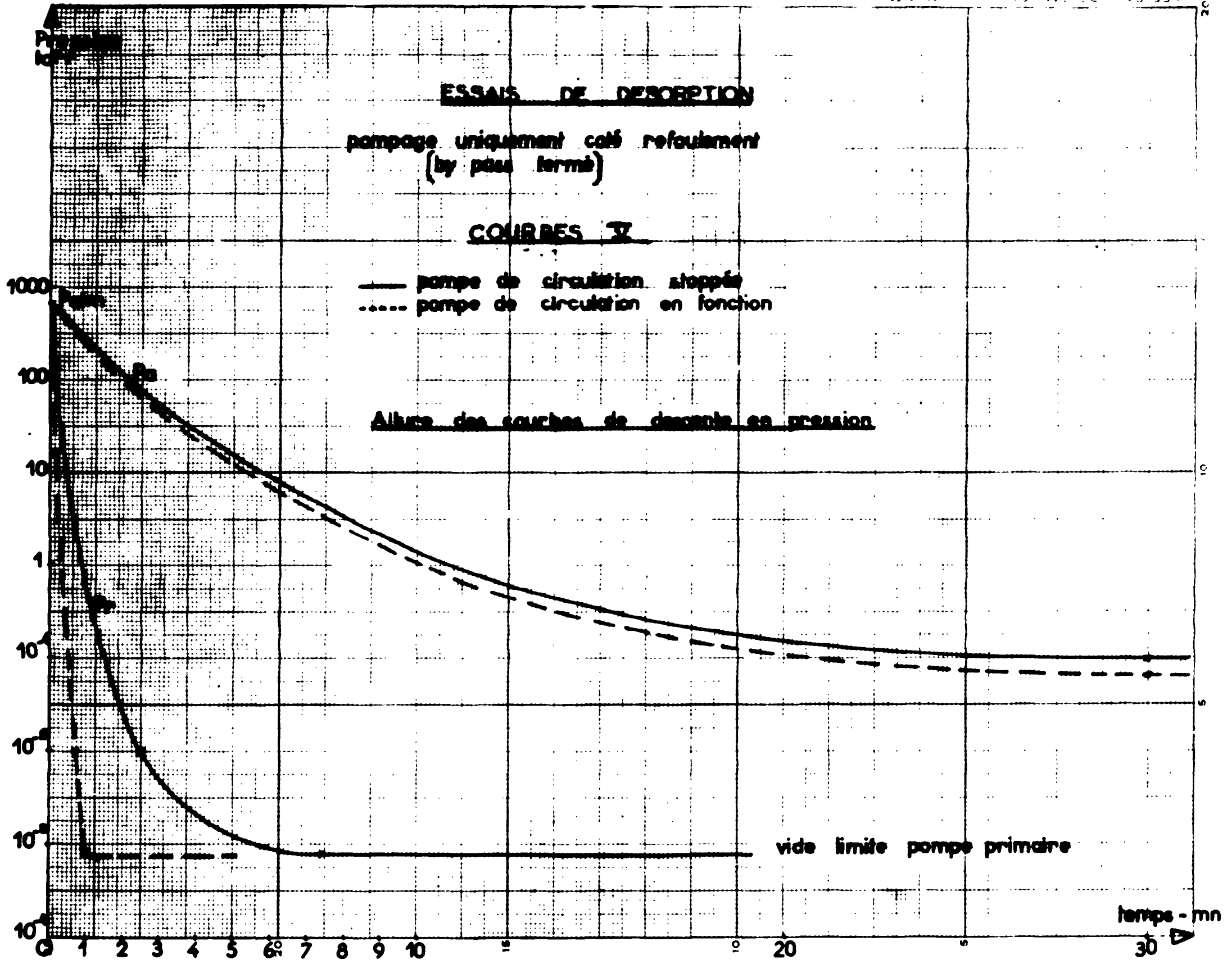
ESSAIS DE DESORPTION

pompage uniquement côté refoulement
(by pass fermé)

COURBES V

- pompe de circulation stoppée
- - - pompe de circulation en fonction

Altura des courbes de descente en pression

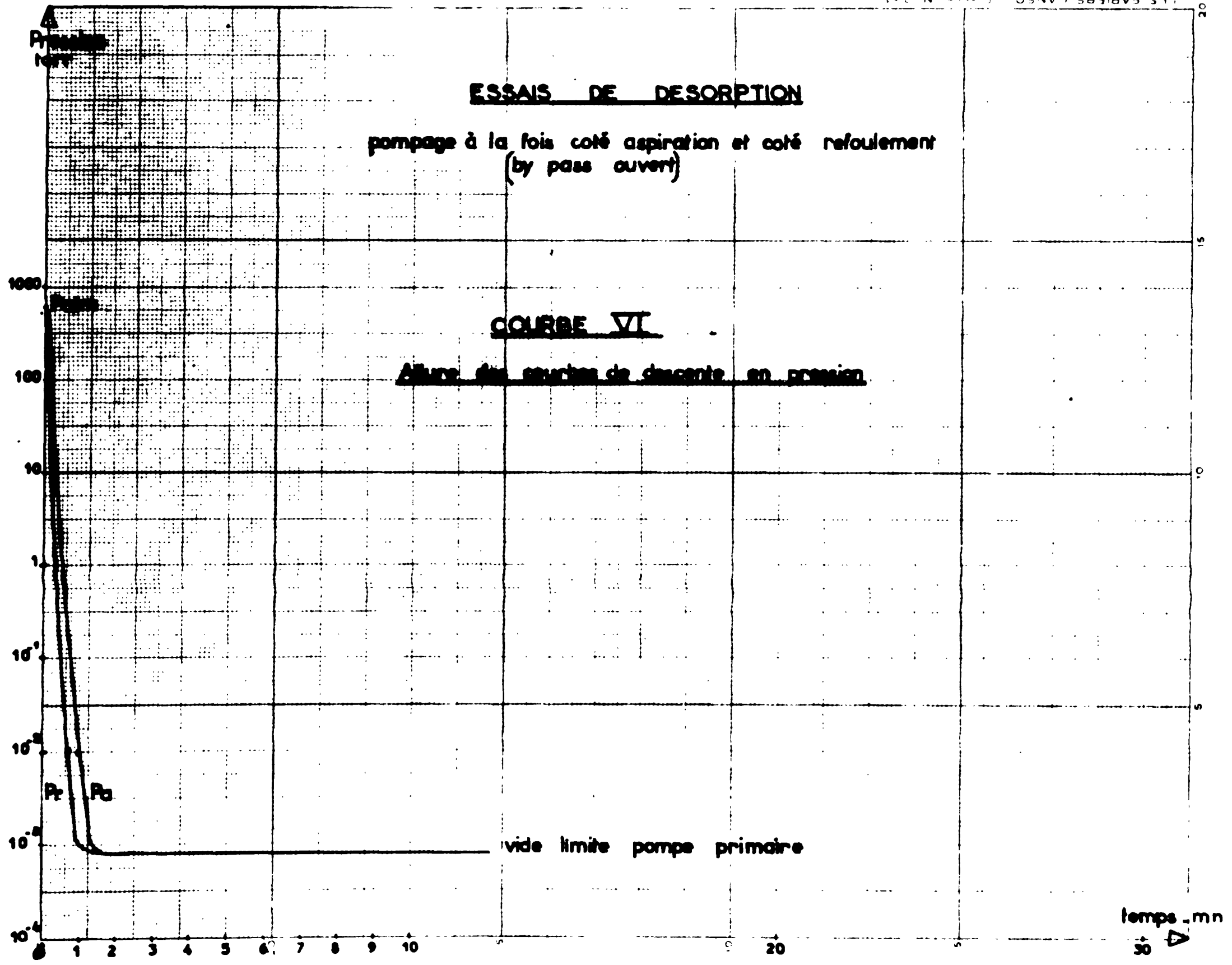


ESSAIS DE DESORPTION

pompage à la fois côté aspiration et côté refoulement
(by pass ouvert)

COURBE VI

Allure des courbes de descente en pression



temps .mn
50

FIN