

CONSULTATION TECHNIQUE
POUR L'AMELIORATION DU
FONCTIONNEMENT DES VERINS
TELESCOPIQUES DE LA MECANIQUE
DE SCENE DU GRAND-THEATRE
DE GENEVE

pour le

Conseil Administratif de la ville de Genève

G e n è v e

par

René Béguin

26 avril 1964

INSTITUT BATTELLE
Centre de Recherche
7, route de Drize
G e n è v e

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
INSTALLATION DU GRAND-THEATRE	3
Description du dispositif	3
Fonctionnement actuel de l'installation	3
OBJECTIF A ATTEINDRE	4
FONCTIONNEMENT DES VERINS	4
Vérins uniques	4
Vérins télescopiques	5
Moyens pour rendre continue la levée des vérins télescopiques	6
SOLUTION PROPOSEE	8
Description	8
Fonctionnement	9
Répercussions sur le fonctionnement des vérins	10
Manoeuvre de plusieurs ponts	11
CONSTRUCTION	11
ETUDE SOMMAIRE DES CONTRAINTES DANS LES PIECES LES PLUS SOLLICITEES	12
1. Principes de calcul	12
2. Calcul des valeurs maximum de R, H et r	14
3. Calcul des contraintes	16
4. Conclusion	19
PLAN GENERAL DES MODIFICATIONS PROPOSEES	19
Fabrication	19
Montage	20
Essais	20
Exploitation et entretien	20
CONCLUSION	21
ESQUISSE DE PROGRAMME FUTUR	21
FIGURES	

CONSULTATION TECHNIQUE POUR
L'AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DES VERINS
TELESCOPIQUES DE LA MECANIQUE DE SCENE DU
GRAND-THEATRE DE GENEVE

par

René Béguin

INTRODUCTION

La mise en service de la nouvelle mécanique de scène du Grand-Théâtre de Genève, qui comportait l'emploi de vérins télescopiques, a fait apparaître certaines difficultés de fonctionnement, aussi sa mise au point s'est-elle avérée longue et délicate. L'Institut Battelle a été consulté, en vue de savoir si une solution technique satisfaisante pouvait être trouvée au problème ainsi posé. Etant donné qu'il s'agissait de la ville de Genève, et ayant été vivement intéressés d'emblée par la nature technique du problème, nous avons tenu à faire un effort tout particulier pour essayer de trouver une solution élégante.

Dans cette optique, nous nous sommes imposé d'orienter, dans la mesure du possible, la solution à envisager de manière que les modifications de l'installation qui résulteraient de l'adoption éventuelle de notre solution, puissent être préparées et exécutées dans un temps très court et avec une mise au point minimum, tout

en ne modifiant pas sensiblement l'exploitation telle qu'elle était initialement prévue. Ce n'est en effet qu'à ces conditions qu'il serait possible d'envisager la mise au point définitive du fonctionnement de l'installation, en accord avec le cahier des charges, et de l'effectuer au cours de l'interruption des mois d'été.

Le présent rapport, après quelques considérations sur le fonctionnement des vérins hydrauliques, particulièrement télescopiques, décrit le principe que nous proposons pour rendre le fonctionnement des vérins télescopiques de scène compatible avec les données imposées, c'est-à-dire permettant un déplacement rapide continu en n'importe quelle position.

INSTALLATION DU GRAND-THEATRE

Description du dispositif

La manoeuvre des six ponts de scène du Grand-Théâtre est assurée par des vérins télescopiques, de 4 éléments chacun, agissant par paire. Pour chaque pont, l'un des vérins est "pilote" de l'autre. Un asservissement mécanique assure cette synchronisation.

Les ponts doivent pouvoir être commandés indépendamment ou simultanément sur le même niveau, ou décalés.

Fonctionnement actuel de l'installation

La manoeuvre des ponts est contrôlée manuellement depuis les tableaux. Il a été nécessaire de programmer la vitesse de manoeuvre pour éviter les chocs importants qui se produisaient en fin de course de chaque élément télescopique. La vitesse maxima est de 20 cm/sec et celle du passage des points critiques de 1 cm/sec. Mis à part l'abaissement important de la vitesse moyenne, et le manque d'esthétique lors des changements de décors à vue, il est impossible d'actionner plusieurs ponts à la fois. En outre, la commande par selsynest perturbée lors des changements de vitesse des différents ponts, la vitesse lente étant obtenue par interposition d'un étranglement sur le circuit hydraulique. La manoeuvre des ponts disposés en escalier est encore moins réalisable, étant donné que les variations de vitesse se feraient à des moments différents pour chaque pont. Si, par exemple, on devait manoeuvrer les 6 ponts disposés en escalier, il y aurait sur la course totale 18 ralentissements successifs.

OBJECTIF A ATTEINDRE

Il s'agit d'équiper les vérins télescopiques, sans modifier l'ensemble de l'installation, d'un dispositif capable d'assurer la mise en jeu progressive des éléments du vérin, de telle manière que la vitesse soit uniforme et de l'ordre de 20 cm/sec. L'encombrement vertical de ce dispositif, en position basse du vérin, devrait être le plus petit possible afin de maintenir les ponts le plus près de la cote minimum. Enfin, le dispositif devrait être si possible indéréglable, inusable et demander, d'une manière générale, un entretien pratiquement nul et à la portée de non-spécialistes.

FONCTIONNEMENT DES VERINS

Afin de mieux situer la solution que nous allons proposer, il est nécessaire de rappeler de façon générale les principes de fonctionnement des vérins.

Vérins uniques

Nous ne parlerons des vérins uniques, c'est-à-dire composés d'un seul piston couvrant la course utile, que pour introduire les vérins télescopiques. Ceux-ci ne sont en fait qu'une addition de vérins uniques.

Le vérin hydraulique a la propriété d'être astatique à partir du moment où la pression du liquide se traduit par une poussée égale à celle de la charge qu'il supporte. Dès cet instant, le mouvement du vérin n'est plus fonction que du débit du liquide qu'on admet. Mis à part les

problèmes technologiques, on peut donc construire des vérins aussi longs qu'on le désire. La fig. 1 montre ce que serait le "travail de réglage" d'un vérin unique. Pour une charge constante, et pratiquement indépendamment de la vitesse de manoeuvre, la pression ne varie qu'en fonction des frottements des cylindres.

Vérins télescopiques

Comme nous l'avons dit, les vérins télescopiques ne sont qu'une addition de vérins uniques. En fait, dans cette addition de vérins, l'intérêt résulte dans l'addition des déplacements. Cette addition pourra se faire "simultanément" ou "successivement". Il est important d'en distinguer la différence. Dans le cas de l'addition simultanée, le diagramme du "travail de réglage" sera sensiblement le même que pour un vérin unique, car la surface totale reste invariable. De plus, tous les éléments qui composent le vérin sont en mouvement et travaillent en parallèle. Malheureusement, un tel vérin serait relativement difficilement réalisable : chacun des éléments devrait être commandé par un système indépendant et asservi.

L'addition successive est réalisée par les vérins télescopiques classiques, que nous appellerons "à butées franches" (fig. 2). La mise en oeuvre de ces vérins a pour effet de créer une série de perturbations chaque fois qu'un élément arrive en butée :

- a) Statiquement, le changement de section relatif au passage d'un élément au suivant provoque une variation brusque de la pression (fig. 3).
- b) La variation de section a des répercussions sur le temps de manoeuvre du vérin. Si la distribution d'huile est purement volumétrique, la vitesse de levée sera inversement proportionnelle à la section (fig. 3). Si le débit résulte de la différence de pression en

amont et en aval d'un étranglement, la vitesse pourra, dans certaines conditions, ne varier que très peu. En effet, plus la section du vérin est petite, plus la pression variable, ou de réglage, s'élève. En amont de l'étranglement, le liquide se trouve sous pression sensiblement constante donnée par un accumulateur. L'augmentation de la pression variable va donc diminuer le débit, fonction de la différence de pression, dans le sens désiré. Théoriquement, on peut ainsi obtenir une compensation convenable. Malheureusement, cette compensation théorique n'est possible que pour deux éléments successifs, et pratiquement il suffit de modifier soit la pression constante, soit la charge, pour déséquilibrer ce compromis idéal.

c) L'arrêt brusque des éléments arrivant en butée et le changement brusque de vitesse de la masse d'huile contenue, provoquent des chocs dont les effets, mises à part les contraintes mécaniques, se répercutent dans le circuit hydraulique (coup de bélier - fig. 5). La destruction instantanée de l'énergie emmagasinée par un élément de vérin arrivant en fin de course se traduit par des vibrations dont les conséquences sont aussi bien mécaniques qu'acoustiques. Ce phénomène est fonction du carré de la vitesse de manoeuvre. Dans le cas de manoeuvres très lentes, il n'y aurait pas lieu de le prendre en considération. Pour des vitesses plus élevées, et pour autant que ce compromis puisse être accepté, il est évidemment possible de programmer la vitesse tout au long de la course du vérin, de façon à l'abaisser considérablement, chaque fois qu'un élément arrive près de la butée. La figure 6 montre graphiquement un exemple de la loi des mouvements alors réalisée.

Moyens pour rendre continue la levée des vérins télescopiques

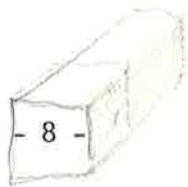
Nous avons vu que la programmation de la vitesse était un moyen d'éviter les chocs pendant la manoeuvre des vérins. Cette façon d'opérer n'est évidemment qu'un compromis et, pour certaines applications, la levée des vérins doit se faire sans variation sensible de vitesse.

Pour mieux illustrer l'effet désiré, on pourrait comparer le vérin télescopique à un train dont les wagons représenteraient les différents éléments du vérin. Dans le compromis dont nous venons de parler, le train complet devrait aller au pas chaque fois qu'on enlève ou qu'on ajoute un wagon. L'idéal consisterait à adapter la vitesse du wagon avant de l'accrocher au train en mouvement. De même, pour le vérin télescopique, il faudrait adapter la vitesse des éléments au début et à la fin de leur course, de manière à éviter les à-coups. Le tableau de la figure 7 représente les grandes lignes et les différents moyens par lesquels il serait possible de réaliser des vérins télescopiques ainsi améliorés. Nous avons schématisé quelques-unes de ces solutions théoriques (voir fig. 8) avant de décrire celle que nous jugeons la plus fonctionnelle.

Il existe une première différence à faire entre les vérins du type à "actions simultanées" et à "actions successives". L'action simultanée ne peut se faire que sur des vérins du type "chambre séparée", où chacun des éléments est commandé séparément par un système asservi, tandis que l'action successive s'adapte aussi bien aux types "chambre séparée" que "chambre commune". De tous les vérins à plusieurs éléments, les vérins télescopiques à "chambre commune" sont les plus répandus.

Si l'on veut remplacer la butée franche du vérin classique, l'action progressive en fin de course des éléments peut se faire soit par une "commande négative" (ou passive), soit par une "commande positive" (ou forcée). Les commandes négatives sont bien connues dans un grand nombre d'applications. Ce sont principalement les amortisseurs et les ressorts. L'inconvénient de ces systèmes consiste en :

- a) variation de l'effet dans le temps (usure des amortisseurs)
- b) variation de l'effet en fonction de la charge ou des pressions
- c) variation de l'effet en fonction de la vitesse de manoeuvre



- d) indétermination du positionnement (pour les ressorts)
- e) dissymétrie dans la manoeuvre ascendante et descendante, à moins de doubler le nombre des ressorts, dont l'encombrement serait alors prohibitif ; d'une manière plus générale les solutions à commandes négatives ont été écartées, surtout pour des raisons d'encombrement.

Seule la commande positive peut, à notre avis, éliminer entièrement les désavantages mentionnés ci-dessus. Le contrôle de position peut être fait soit directement par une mécanique appropriée, soit par une commande hydraulique asservie. Dans ce dernier cas, toutefois, on retombe dans les inconvénients propres à toute commande hydraulique nécessitant, en plus d'un asservissement mécanique, l'emploi d'organes tel que distributeur, tuyaux souples et joints dont la fiabilité est beaucoup moins grande que celle d'une solution purement mécanique.

SOLUTION PROPOSEE

Description

Le dispositif assurant la fonction de transfert consiste en une commande positive liant mécaniquement l'élément à synchroniser à l'ensemble du vérin. Ce dispositif se compose schématiquement d'un levier pivotant sur l'élément à synchroniser (fig. 9). Ce levier est lié à la partie fixe par une chaîne ou tout autre élément de liaison souple, mais non élastique, et agit sur la partie supérieure du vérin. A cet effet, l'extrémité en forme de bec du levier s'appuie contre un galet et joue un rôle de came. Comme nous le verrons plus loin, ce dispositif, à partir du moment où il entre en action, transfère progressivement une partie des efforts à travers la tringlerie, ce qui se traduit par le freinage progressif de l'élément à arrêter et la variation corrélative progressive de la pression variable.

Dans son application au Grand-Théâtre, le dispositif sera répété pour chacun des étages, soit trois fois au total. Les fins de course du pont doivent, quoi qu'il en soit, être contrôlées par l'opérateur. Bien entendu, dans un souci d'équilibre des efforts, il faut prévoir au moins deux leviers par étage.

Nous allons voir qu'avec ce dispositif, il n'est nécessaire ni d'intervenir sur la vitesse de manoeuvre, ni de modifier l'installation hydraulique.

Fonctionnement

Montée

- a) Pendant l'ascension d'un élément, le levier est en position pratiquement horizontale (fig. 10), et la chaîne se déroule jusqu'au moment où elle se trouve tendue entre l'extrémité du levier et la partie fixe (ou sommet de l'élément précédent).
- b) Dès cet instant, le processus de transfert commence. L'extrémité du levier retenue par la chaîne oblige ce dernier à pivoter et ainsi à écarter l'élément inférieur de l' (ou des) élément(s) supérieur(s). L'action de l'autre extrémité du levier (le bec ou came) sur le galet de la partie supérieure assure progressivement ce transfert. La partie inférieure se trouve ainsi progressivement ralentie, puis immobilisée à la fin du transfert lorsque la chaîne est dans le prolongement du levier, c'est-à-dire pratiquement verticale, tandis que la partie supérieure continue son mouvement avec une vitesse sensiblement constante.

Considérons l'équilibre du levier. Le couple qui s'exerce sur ce levier est fonction du bras de levier et de la tension de la chaîne. En début de transfert, le bras de levier est maximum (levier horizontal), mais la tension nulle. Puis, cette tension augmente progressivement, tandis que le bras de levier diminue. En fin de transfert, la tension

est maximum, mais le bras de levier nul. On voit donc que le couple exercé sur le levier est nul en début et en fin de transfert, ce qui assure l'harmonie du mouvement. La tension maximum sur la chafne est donc égale à l'effet de la pression en fin de transfert s'exerçant sur la surface annulaire de l'élément immobilisé (voir le calcul des efforts en fin de rapport, page 12). Le ralentissement de l'élément inférieur équivaut, au point de vue alimentation hydraulique, à une diminution progressive de la cylindrée et à l'augmentation corrélative progressive de la pression (voir fig. 4), ce qui élimine également le choc hydraulique.

Descente

Inversément, en fin de descente de la partie supérieure du vérin, le galet vient à la rencontre de la came du levier. Il prend contact avec celle-ci tangentielllement, donc sans choc, puis provoque progressivement la rotation du levier. Celui-ci, prenant appui sur la chafne, entraîne progressivement l'élément à accélérer. Le processus complet est exactement inverse de celui de la montée. Le couple passe de zéro à un maximum pour retomber à zéro en fin de transfert.

Répercussions sur le fonctionnement des vérins

Le mouvement du levier oblige l'élément à synchroniser, à passer de l'arrêt à la vitesse de régime (ou inversément), selon une loi bien déterminée et dans un temps défini. En effet, la longueur des leviers détermine le temps pendant lequel l'opération se passe, et le profil de la came, la loi imposée.

Nous réalisons ainsi, aussi bien à la descente qu'à la montée, l'adaptation progressive des cylindrées et de la pression de fonctionnement entre les deux valeurs extrêmes déterminées constructivement par la différence des sections. La vitesse de mouvement durant le transfert est intermédiaire entre les vitesses maximum possibles sur chaque élément, c'est dire qu'elle varie très peu (voir fig. 4).

Manoeuvre de plusieurs ponts

Les ralentissements n'étant plus nécessaires, la synchronisation de plusieurs vérins ne présente plus de difficulté. Il suffit, comme il avait été prévu initialement à notre connaissance, d'asservir tous les vérins pilotés à un seul vérin (pilote). La vitesse de manoeuvre de ce dernier étant prévue de l'ordre de 20 cm/sec, les autres vérins devraient nécessairement être plus "prompts", afin d'éviter les retards dans la régulation. Si ces conditions sont remplies, ce qui est, croyons-nous, le cas, il n'y a plus aucune restriction concernant la manoeuvre de plusieurs ponts décalés.

CONSTRUCTION

Les deux études (fig. 11 et 12) concrétisent une manière d'adapter aux vérins du Grand-Théâtre le mécanisme que nous venons de décrire.

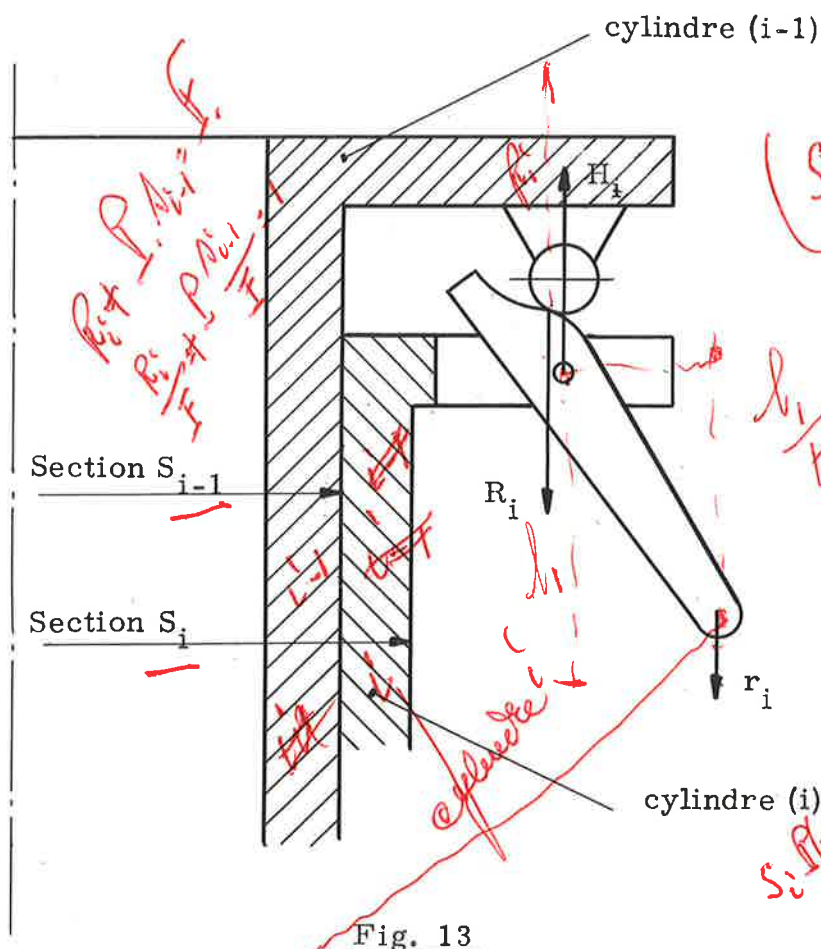
La fig. 11 représente l'ensemble d'un vérin équipé de ses leviers et de ses chafnes.

La fig. 12 montre de quelle façon il serait possible de disposer les points d'attache des leviers pour qu'ils occupent un volume très réduit en position rétractée.

ETUDE SOMMAIRE DES CONTRAINTES DANS LES PIECES LES PLUS SOLLICITEES

1. Principes de calcul

Les cylindres sont affectés d'indices $i = 1$ à 4, depuis le cylindre supérieur jusqu'au cylindre inférieur.



Le schéma ci-dessus représente le cylindre (i) et le cylindre (i-1) dans une position où le levier fixé sur le cylindre (i), et actionné par la chaîne, soulève le cylindre (i-1), (montée).

On désigne par R_i , H_i , r_i , les composantes verticales des forces exercées respectivement sur le levier par le cylindre (i-1), le cylindre i et la chaîne, par S_i et S_{i-1} les sections des cylindres correspondants. On désigne également par P la pression hydraulique et par F le quart de la charge totale exercée par le plateau sur chacun des vérins.

$$F = \frac{20 \text{ t}}{4} = 5 \text{ t.}$$

On néglige en 1ère approximation le poids des cylindres.

Dans chaque période transitoire, au cours de la montée du plateau, où le levier d'un des cylindres (i) contribue à soulever le cylindre suivant (i-1), la pression P augmente et le quotient $\frac{P}{F}$ passe progressivement de la valeur $\frac{1}{S_i}$ à $\frac{1}{S_{i-1}}$.

a) Calcul de $\frac{R_i}{F}$

Condition d'équilibre du cylindre (i-1) :


$$R_i + PS_{i-1} = F$$

$$\frac{R_i}{F} = 1 - \frac{P}{F} S_{i-1}$$

Au cours de la période transitoire,

$$\frac{R_i}{F} \text{ décroît de } \left(1 - \frac{S_{i-1}}{S_i}\right) \text{ à } 0.$$

Handwritten red notes and diagram:



$F = S_i P$
 $1 = S_i \frac{P}{F}$
 $\frac{P}{F} = \frac{1}{S_i}$

b) Calcul de $\frac{H_i}{F}$

Condition d'équilibre du cylindre (i) :

$$\frac{H_i}{F} = \frac{P}{F} (S_i - S_{i-1})$$

Au cours de la période transitoire,

$$\frac{H_i}{F} \text{ croît de } (1 - \frac{S_{i-1}}{S_i}) \text{ à } (\frac{S_i}{S_{i-1}} - 1)$$

c) Calcul de $\frac{r_i}{F}$

Condition d'équilibre du levier : $\frac{r_i}{F} = \frac{H_i}{F} - \frac{R_i}{F}$

$$\frac{r_i}{F} \text{ croît de } 0 \text{ à } \frac{S_i}{S_{i-1}} - 1 .$$

2. Calcul des valeurs maximum de R, H et r

a) Calcul de R_{\max}

$$1 - \frac{S_{i-1}}{S_i} \approx \text{cte} = 0,28 \text{ au maximum}$$

$$(\frac{R}{F})_{\max} = 1 - \frac{S_{i-1}}{S_i} \approx 0,28$$

$$R_{\max} = 0,28 \times 5 = \underline{1,4 \text{ t.}}$$

(lorsque le levier est horizontal)

b) Calcul de H_{\max}

$$\left(\frac{H}{F} \right)_{\max} = \frac{S_i}{S_{i-1}} - 1 \approx 0,39$$

$$H_{\max} = 0,39 \times 5 = \underline{1,95 \text{ t}} \quad (\text{levier à la verticale})$$

c) Calcul de r_{\max}

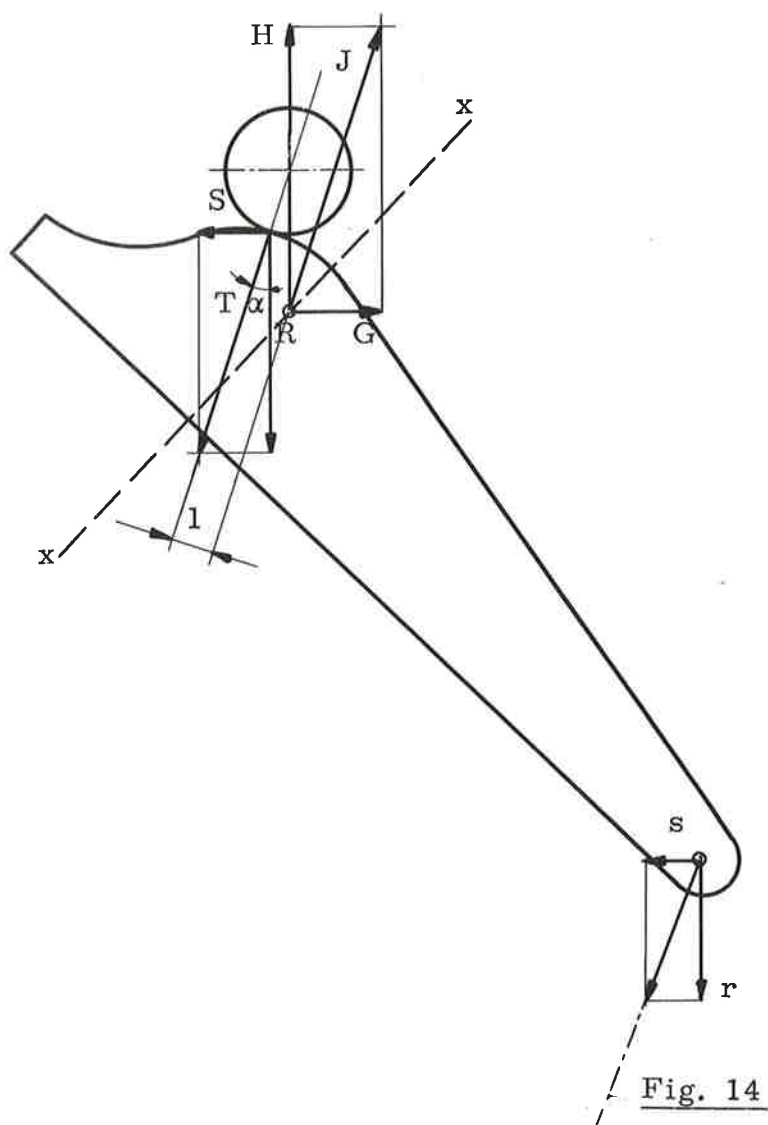
$$\left(\frac{r}{F} \right)_{\max} = \left(\frac{H}{F} \right)_{\max}$$

$$r_{\max} = 1,95 \text{ t} \quad (\text{levier à la verticale}).$$

Aussi bien pour H_{\max} que pour r_{\max} , le réglage de la tension des chaînes doit être fait de telle manière que l'effet ne soit pas cumulatif, c'est-à-dire que lors de l'opération suivante (soulèvement du cylindre $i-2$ en prenant appui sur le cylindre $i-1$) la tension supplémentaire résultant sur la chaîne i soit prise par les butées existantes.

3. Calcul des contraintes

3.1. Levier (contraintes de flexion)



Les composantes des différentes forces sont représentées sur le croquis ci-contre.

$$T = R / \cos \alpha$$

$$S = R \operatorname{tg} \alpha$$

$$G = S \text{ (en supposant } \underline{s} \text{ négligeable)}$$

Fig. 14

Nous nous sommes placés dans des conditions défavorables en supposant $R = R_{\max}$ et le levier incliné à 45° .
On obtient alors :

$$\alpha = 15^{\circ}$$

$$T = \frac{1,4}{0,967} = 1,45 \text{ t.}$$

$$l = 12 \text{ mm (mesuré)}$$

Moment de flexion maximum (plan xx) :

$$(M_{fl})_{\max} = T \cdot l = 1.450 \cdot 1,2 = 1\,740 \text{ kgcm}$$

Module de résistance :

$$W_{fl} = \frac{bh^2}{6} \quad \begin{array}{c} \text{hatched rectangle} \\ b=15 \end{array} \quad h = 80$$

$$W_{fl} = \frac{1,5 \times 64}{6} = 16 \text{ cm}^3$$

Contrainte de flexion

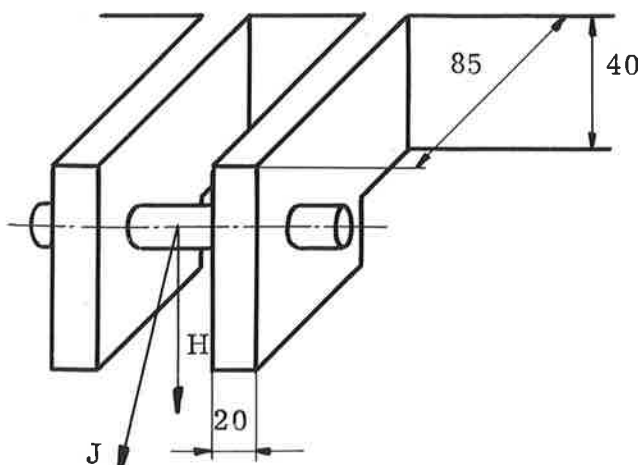
$$\sigma_{fl} = \frac{M_{fl}}{W_{fl}} = 108 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ kg/mm}^2$$

3.2. Tourillons (contrainte de cisaillement)

On peut supposer $J_{\max} \approx H_{\max}$ (lorsque le levier est vertical)

$$J_{\max} \approx 2 \text{ t.}$$

$$\phi \text{ tourillon} = 20 \text{ mm (section} = 3,15 \text{ cm}^2)$$



$$\sigma_{cis} = \frac{2.000}{2 \times 3,15} = 320 \text{ kg/cm}^2 = 3,2 \text{ kg/mm}^2$$

=====

Fig. 15

3.3. Fourches (contrainte de flexion)

La fourche supérieure est soumise à la composante verticale H , donc chaque oreille est soumise à $\frac{H}{2} \sim 1 \text{ t}$ au maximum.

$$M_{fl} = 1\,000 \times 8,5 = 8\,500 \text{ kgcm}$$

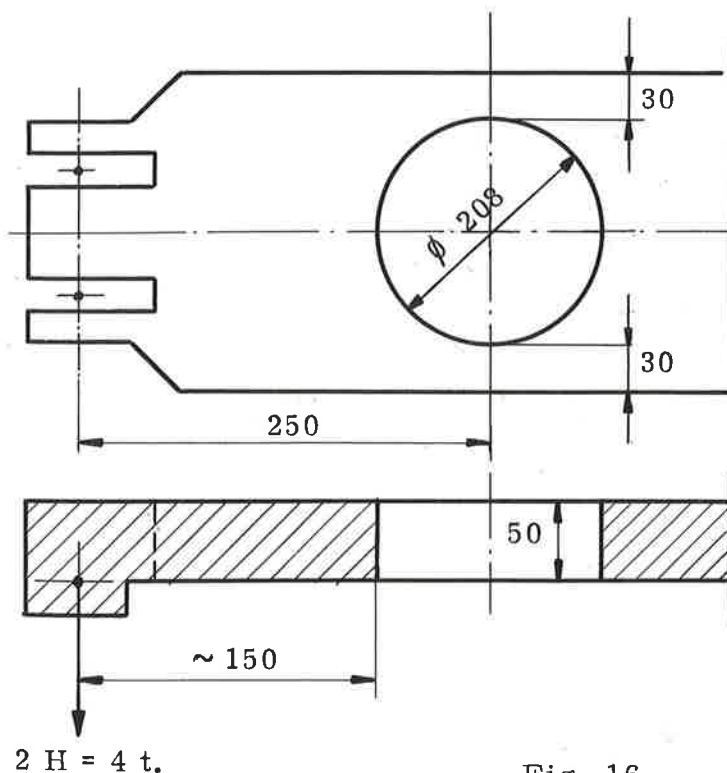
$$W_{fl} = \frac{bh^2}{6} = \frac{2 \times 16}{6} = 5,3 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{fl} = \frac{8\,500}{5,3} = 1\,600 \text{ kg/cm}^2 = 16 \text{ kg/mm}^2$$

En tenant compte d'un coefficient d'entaille d'environ 1,5 :

$$(\sigma_{fl})_{\max} \sim \underline{\underline{24 \text{ kg/mm}^2}}$$

3.4. Plaques



On obtient la contrainte de flexion maximum dans le plan de symétrie transversal de la plaque en supposant que la plaque ne prend appui sur le cylindre qu'en deux points situés dans le plan de symétrie longitudinal (hypothèse très pessimiste).

Fig. 16

Moment de flexion maximum :

$$M_{fl} = 4 \cdot 15 = 60 \text{ tcm}$$

Module de résistance

$$W_{fl} = 2 \cdot \frac{bh^2}{6} = \frac{3 \times 25}{3} = 25 \text{ cm}^3$$

Contrainte de flexion maximum :

$$(\sigma_{fl})_{\max} = \frac{60\,000}{25} = 2\,400 \text{ kg/cm}^2 = \underline{\underline{24 \text{ kg/mm}^2}}$$

4. Conclusion

On voit que, même avec les hypothèses simplificatrices très pessimistes que nous avons admises, nous ne sommes pas gênés par le dimensionnement des pièces. Une étude plus poussée permettrait probablement de réduire le dimensionnement général du dispositif.

PLAN GENERAL DES MODIFICATIONS PROPOSEES

Fabrication

L'usinage des leviers est simple et ne nécessite pas une grande précision. A part le profil du bec - came et l'alésage du point de pivotement, les leviers peuvent être bruts. L'usinage des axes et des galets ne présente aucun problème. Les plateaux d'extrémité des vérins servant de points d'appui des leviers, ne demandent pas plus de précision. Ils peuvent être en tôle d'acier soudée. Les chaînes qui constituent les organes de liaison se trouvent dans le commerce.

Il faudrait prendre soin de choisir des chaînes à "maillons à étau" (fig. 11) pour éviter la mise en travers de ceux-ci lors de la tension. Enfin, nous avons prévu de gainer ces chaînes par une enveloppe souple (plastique ou caoutchouc), ce qui élimine tout bruit.

Montage

La mise en place du dispositif peut se faire sans démonter les vérins. Il suffit, après avoir désolidarisé les ponts des vérins, de visser les plateaux d'extrémités des vérins sur chaque élément, de fixer les chaînes et de régler leur tension.

Essais

En principe, après avoir réglé la tension des chaînes, on peut manoeuvrer les ponts sans restriction de vitesse, pour autant que le tracé des cames soit correct. Il y aura lieu à ce moment-là de relever "le travail de réglage" des vérins pour comparer les valeurs pratiques à celles de la théorie, et d'ajuster éventuellement les cames lors de l'essai du premier vérin pour parfaire la solution.

Exploitation et entretien

L'exploitation des vérins doit se faire sans se soucier de ce qui se passe dans le mécanisme de transfert. Il faut cependant prévoir dans le programme de graissage général celui des articulations des vérins et des galets.

CONCLUSION

La solution que nous préconisons afin de rendre sensiblement continu et sans chocs le fonctionnement à grande vitesse des vérins télescopiques de scène du Grand-Théâtre de Genève ne constitue pas seulement un remède particulièrement simple et efficace aux difficultés d'exploitation rencontrées. A notre avis, ce dispositif, qui constitue, par ses caractéristiques cinématiques propres, un véritable asservissement de déplacement sans interposition d'un étage-relais hydraulique, transforme en fait le fonctionnement discontinu d'un vérin télescopique en un fonctionnement réellement continu, c'est-à-dire où la vitesse de déplacement, la cylindrée ou la pression de fonctionnement pourraient être continuellement adaptées aux besoins en chaque point de la course.

Nous estimons, pour conclure, que la mise en oeuvre de notre suggestion sera simple et ne nécessitera pas de longs délais.

ESQUISSE DE PROGRAMME FUTUR

Au cas où la solution que nous préconisons serait acceptée, il nous paraît d'ores et déjà souhaitable de procéder, en collaboration avec les constructeurs des vérins et de leur commande :

- a) à l'établissement des lois optimum de transfert et à en déduire le dimensionnement des leviers,
- b) à l'élaboration des plans d'adaptation du dispositif proposé aux vérins du Grand-Théâtre,
- c) à la mise au point et aux essais de fonctionnement.

Genève, le 26 avril 1964

RB/GB/mg Z-9402-61

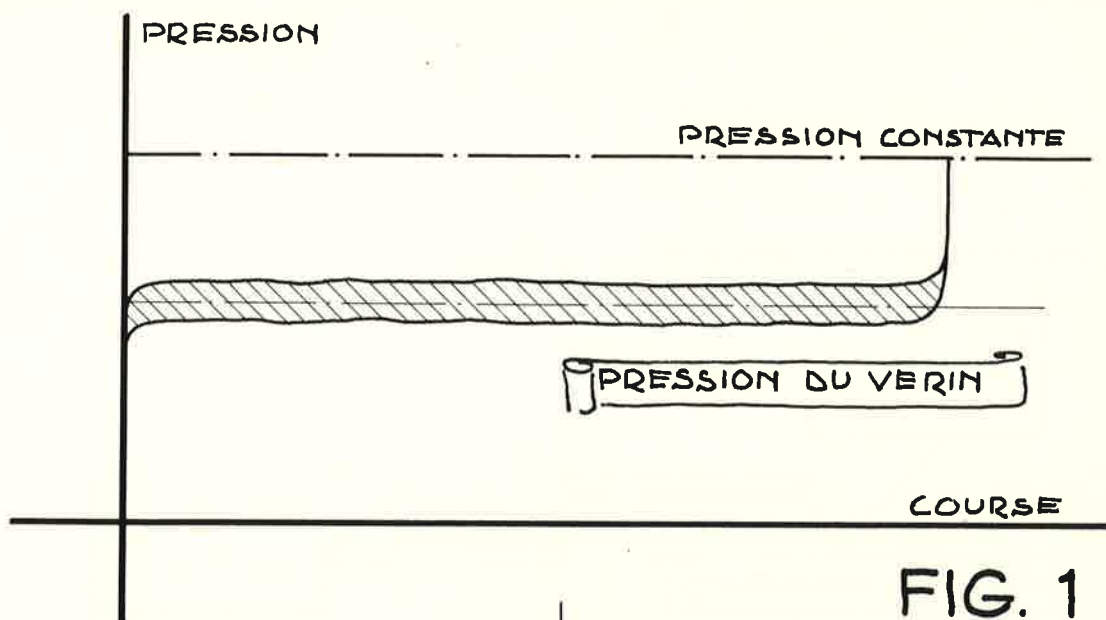


FIG. 1

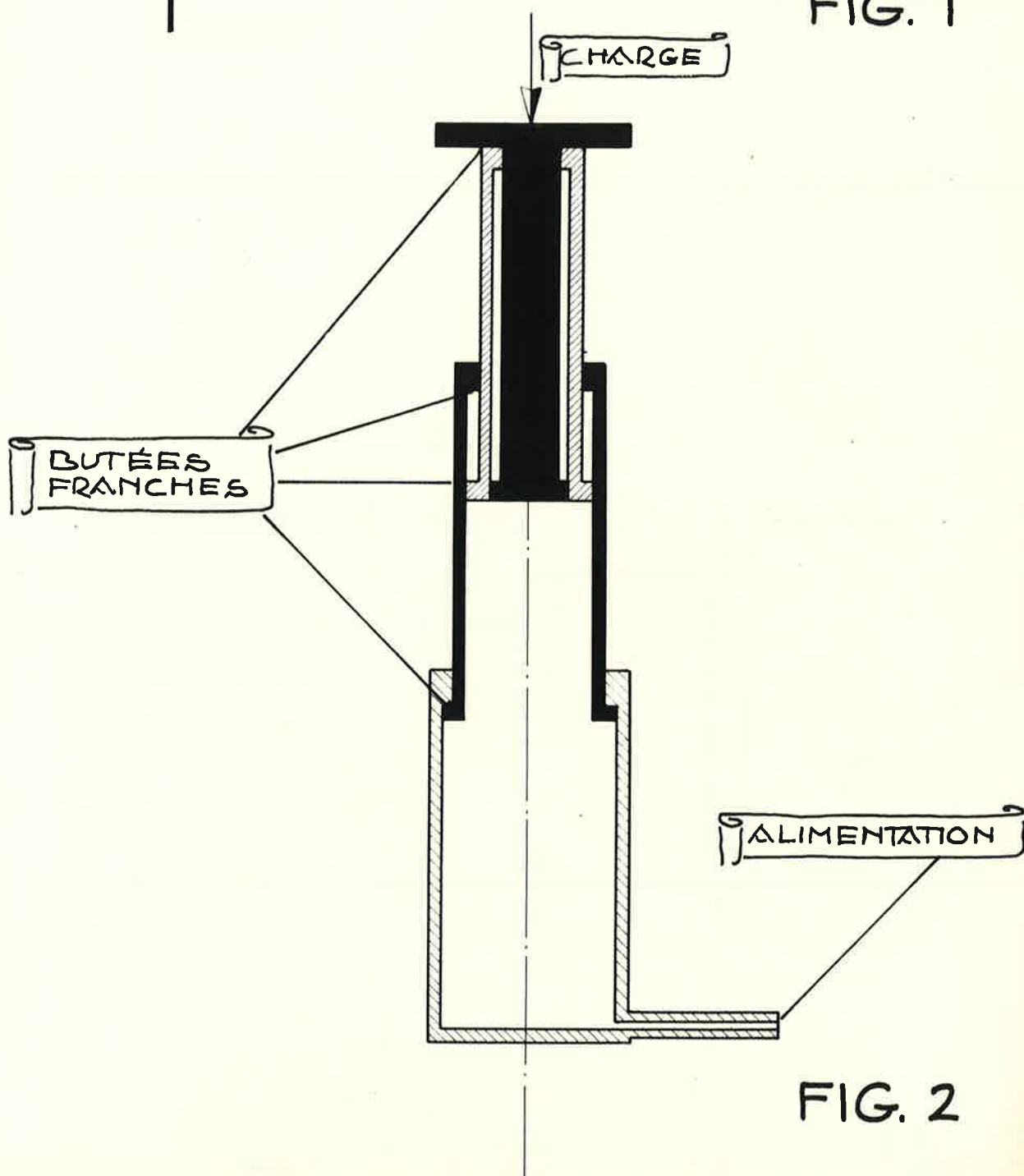


FIG. 2

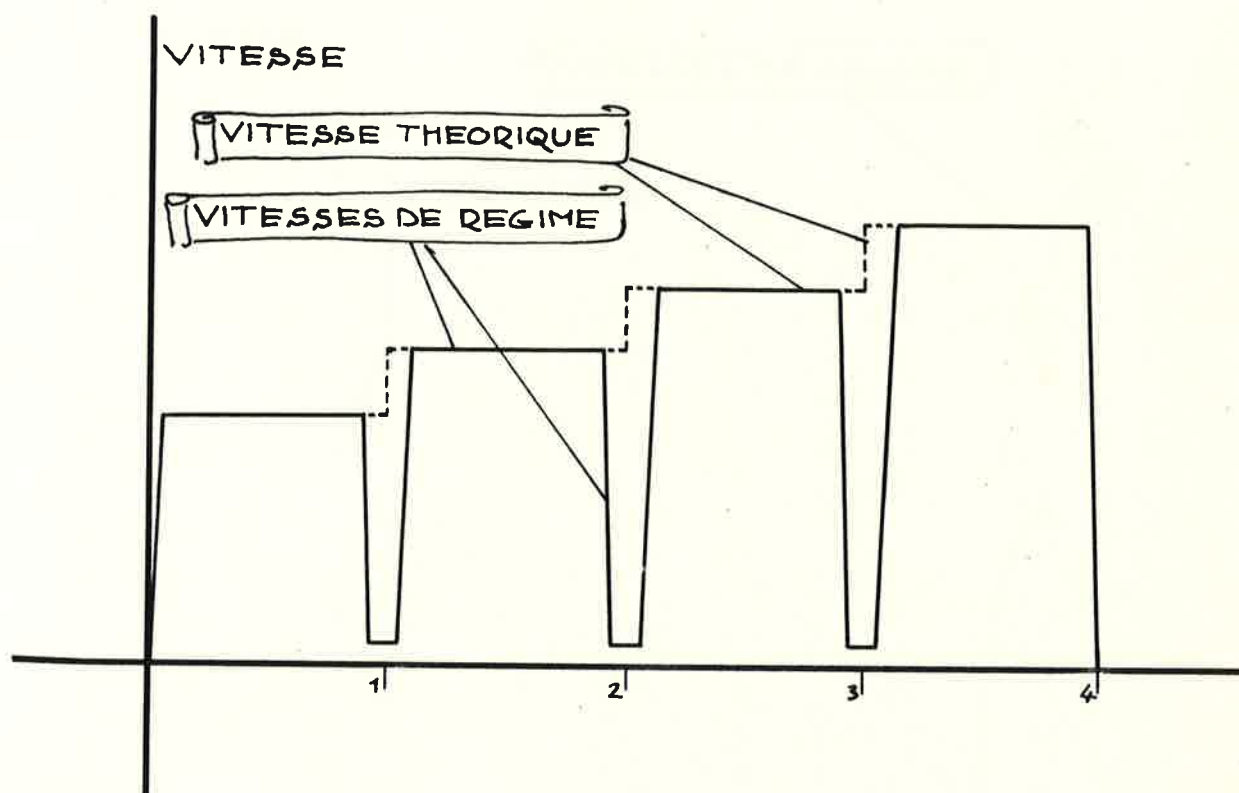
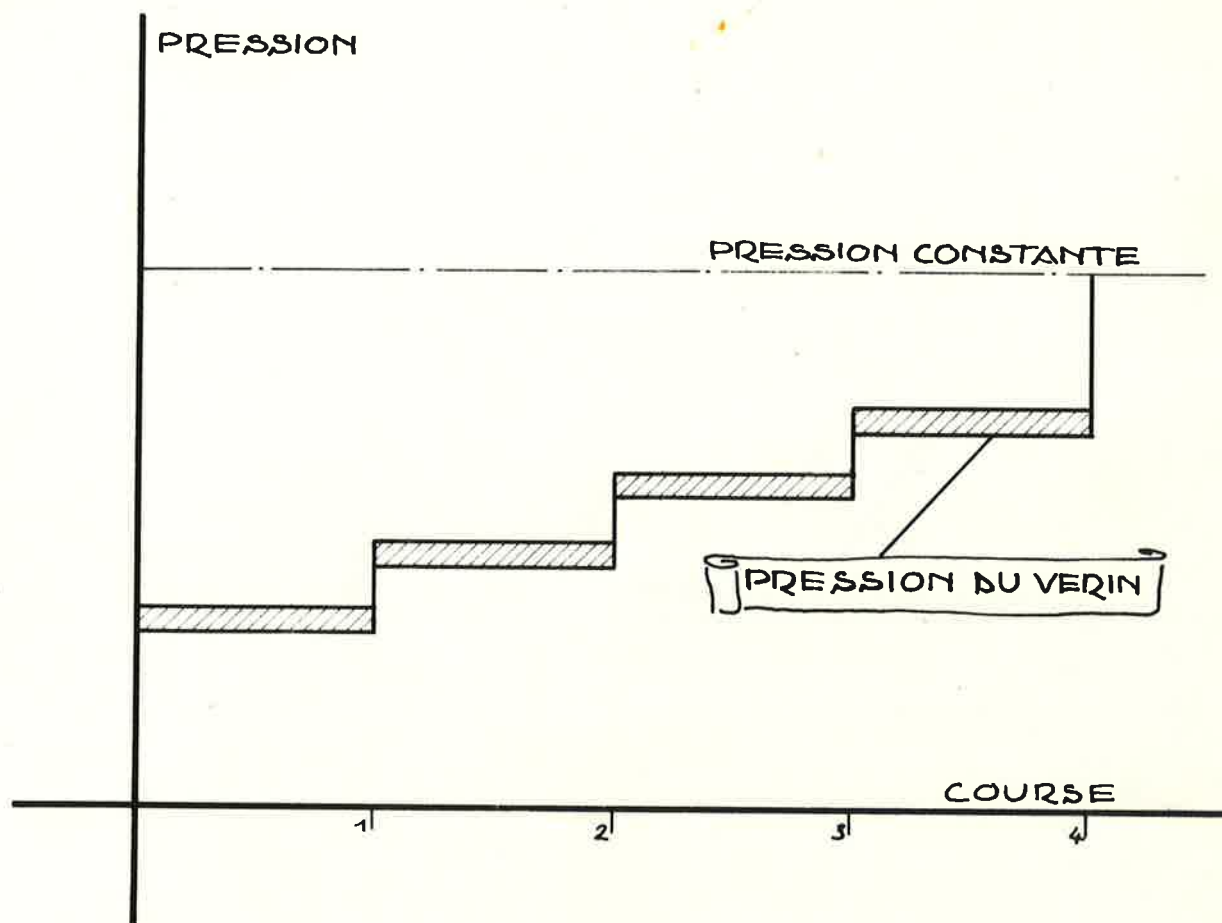


FIG. 3

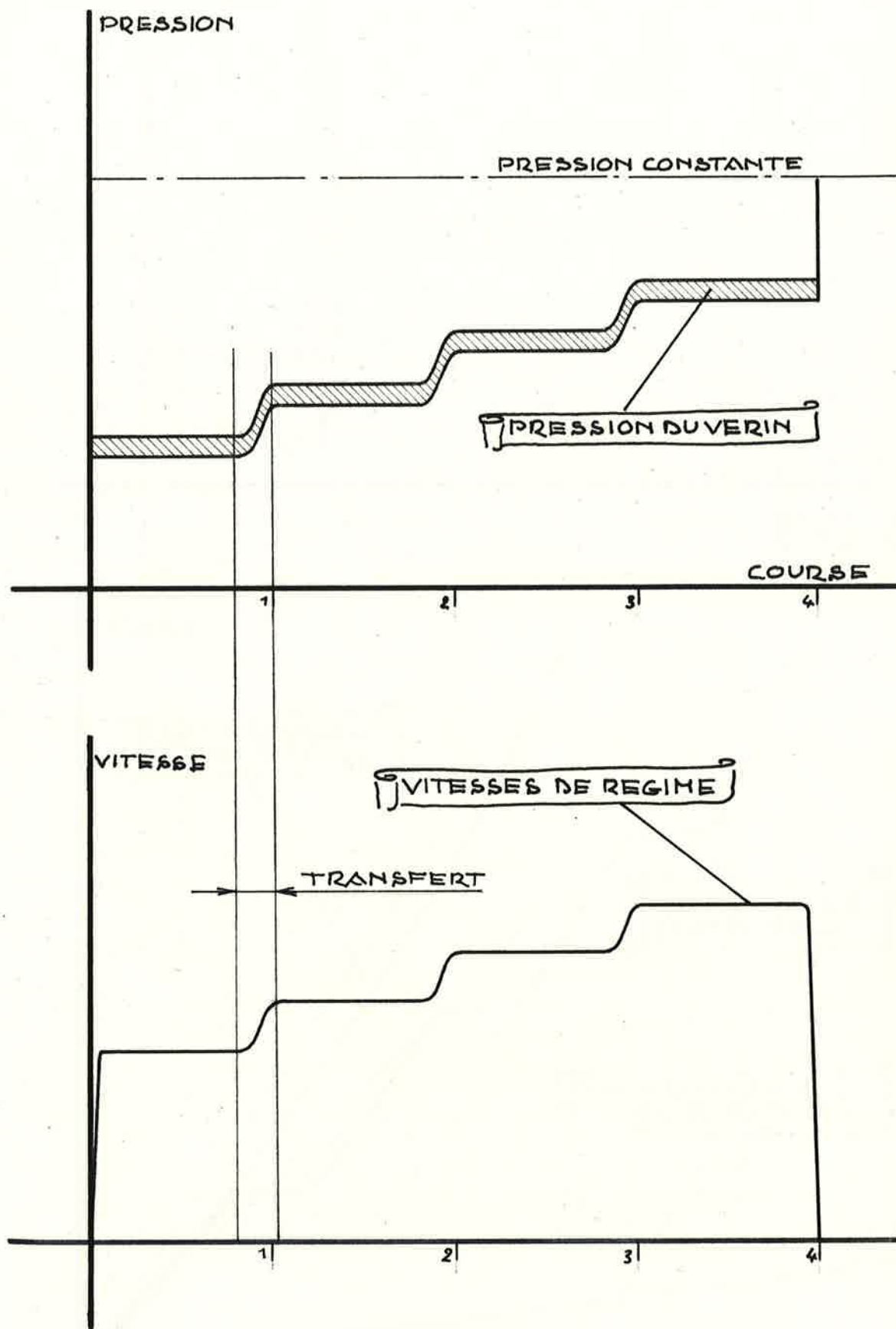


FIG. 4

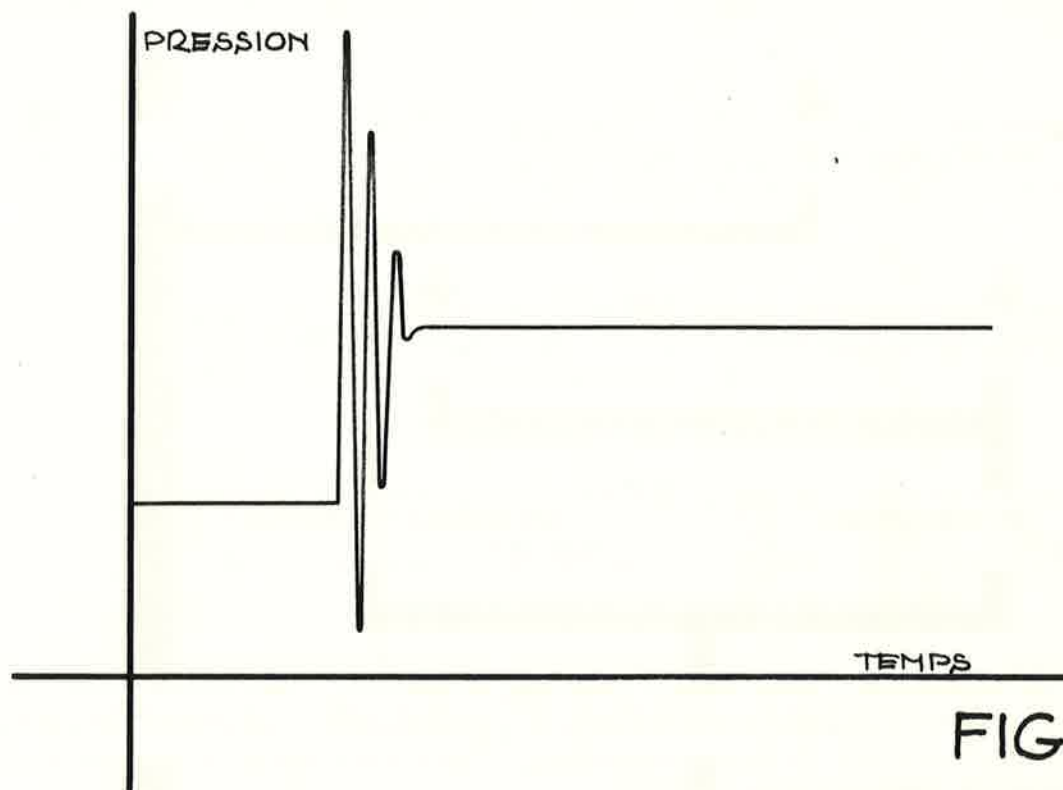


FIG. 5

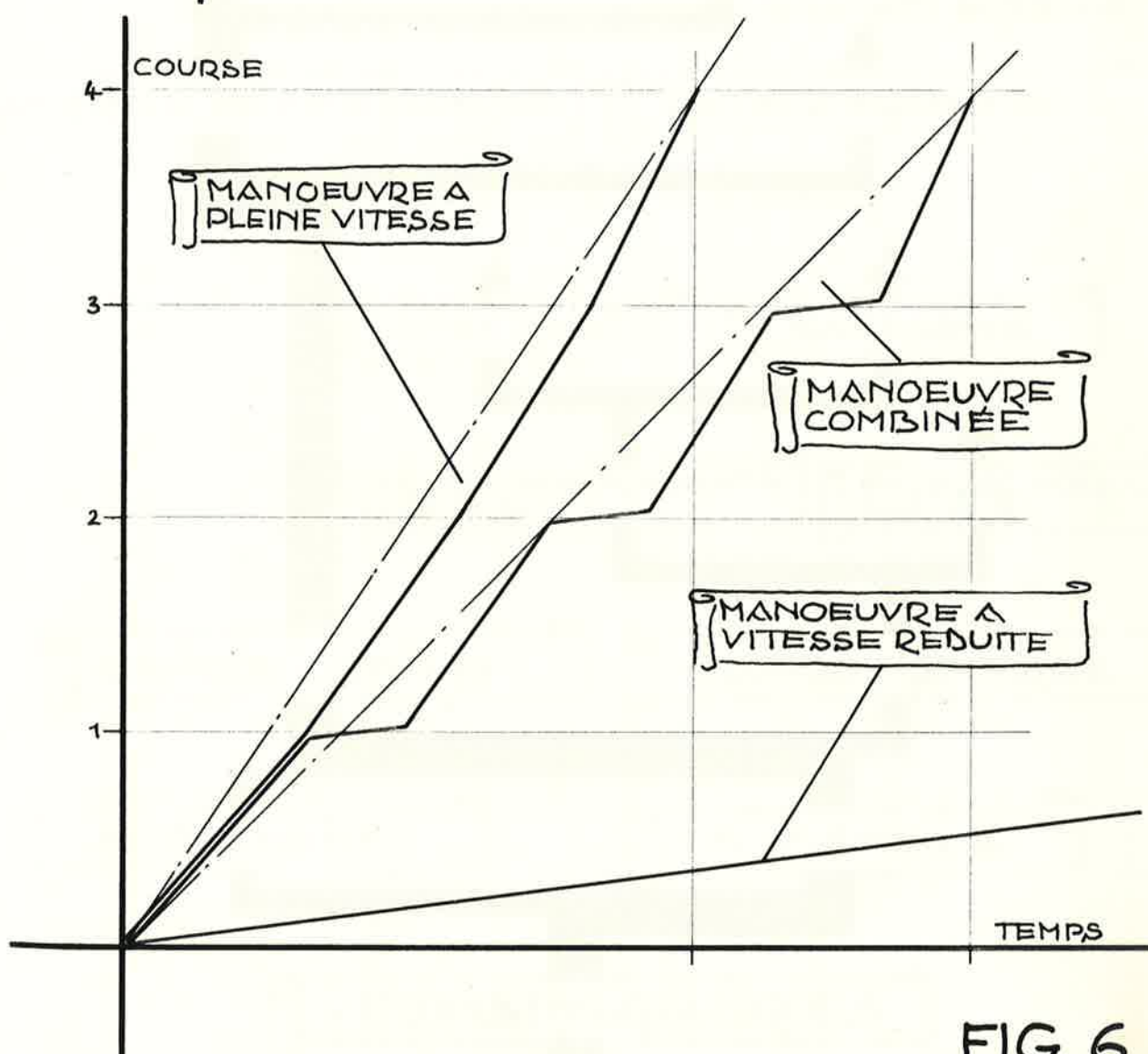


FIG. 6

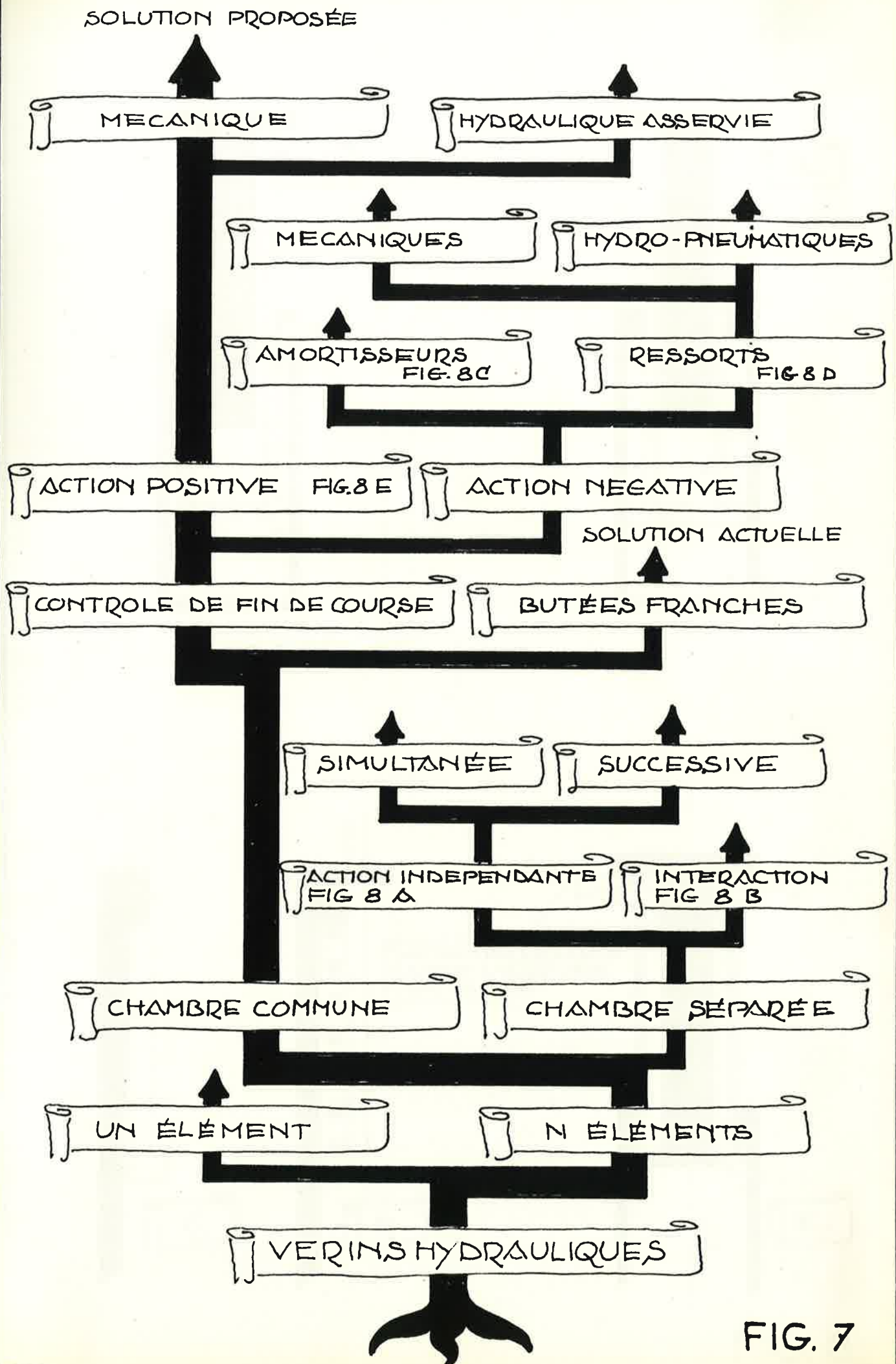
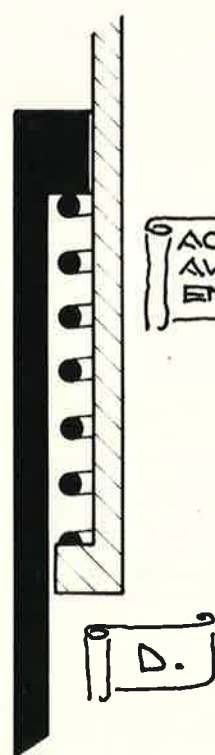
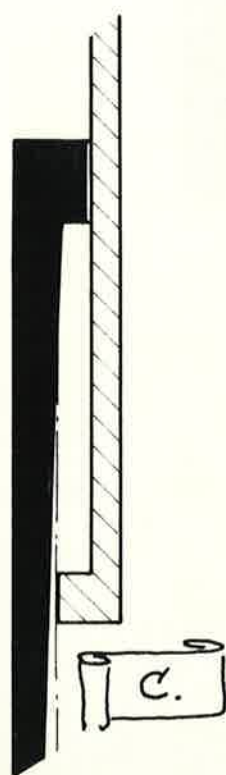
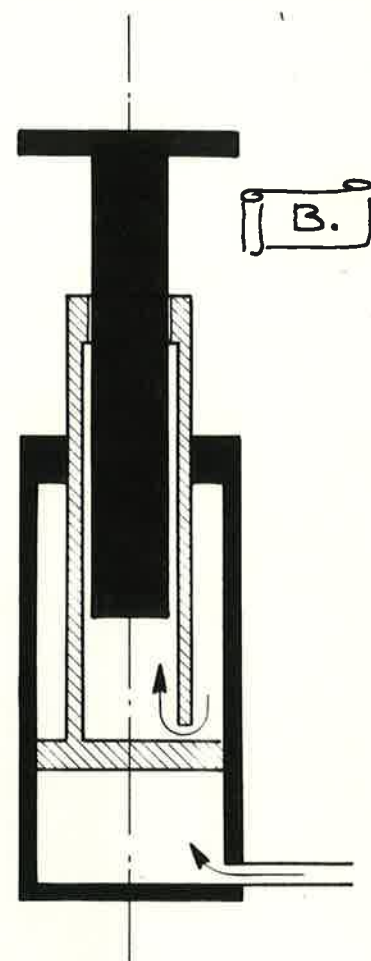
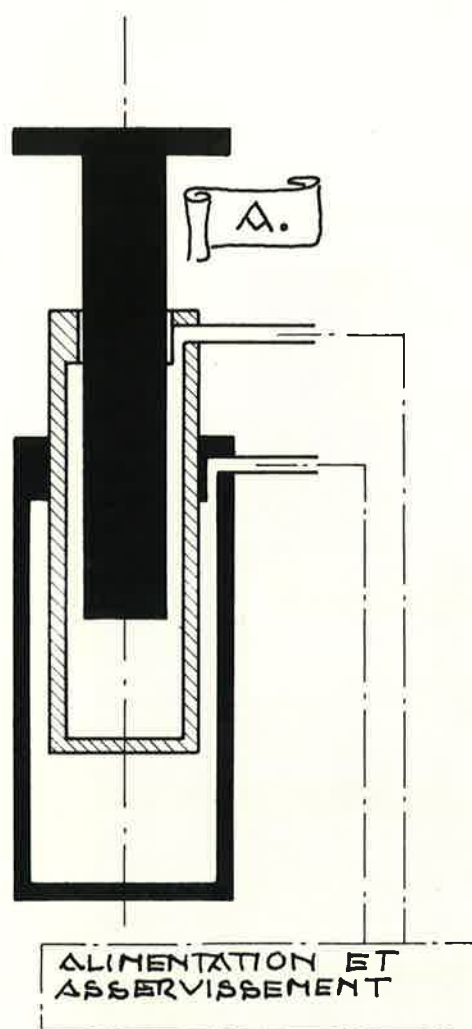


FIG. 7



ACTION PROGRESSIVE
AVANT L'ARRIVÉE
EN BUTÉE.

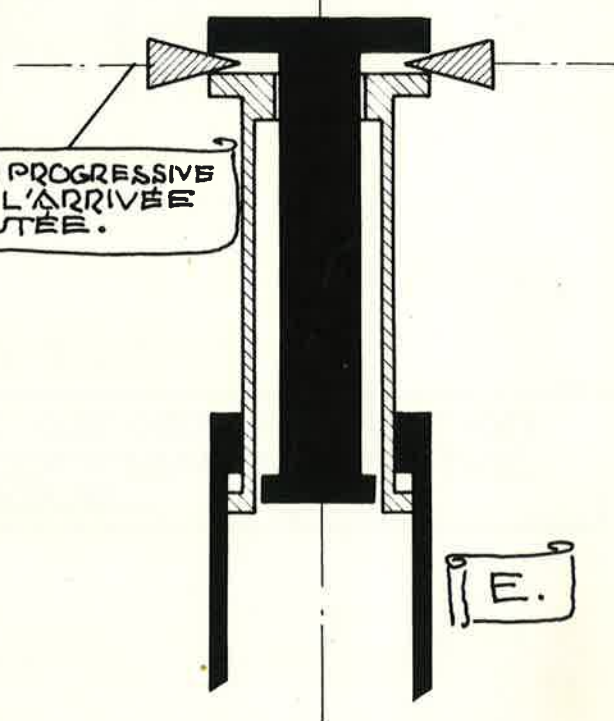
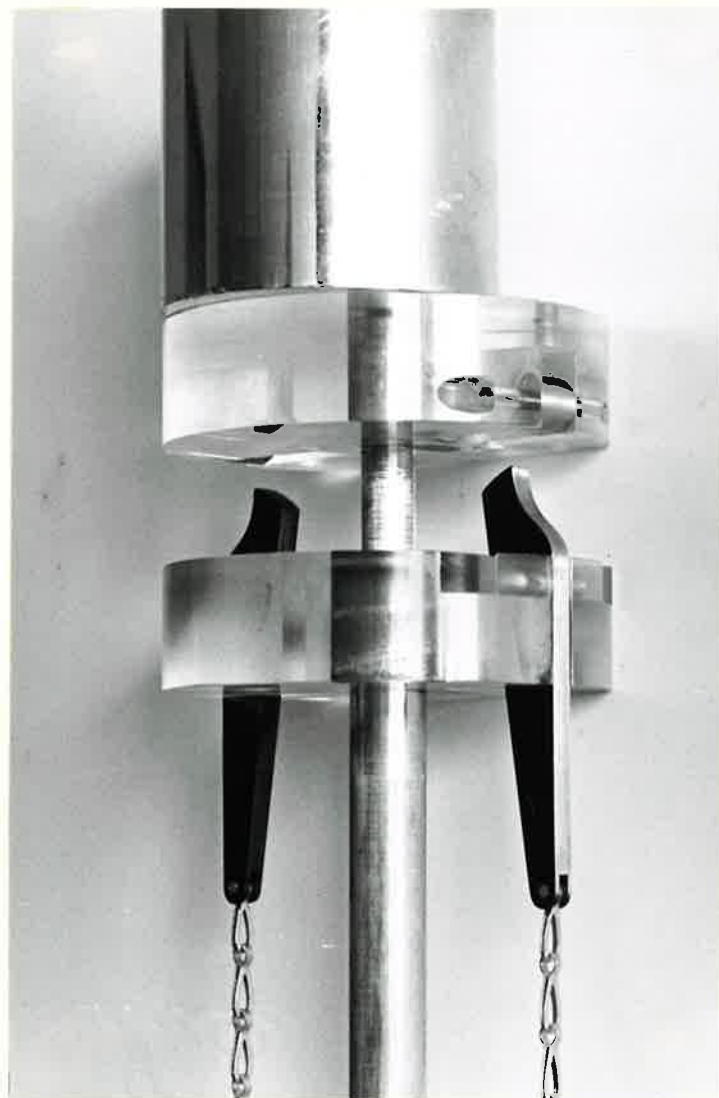


FIG. 8



MODELE DE DEMONSTRATION
D'UNE COMMANDE POSITIVE
MECANIQUE.



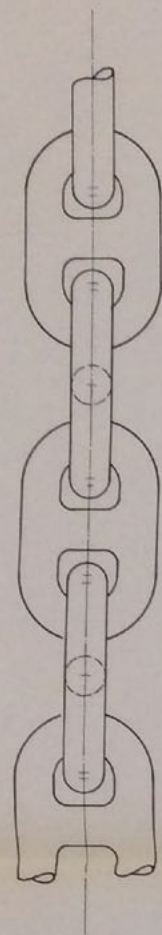
REGIME NORMAL
CHAINES DETENDUES



PROCESSUS DE
TRANSFERT

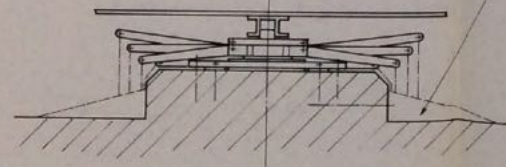


FIN DU TRANSFERT



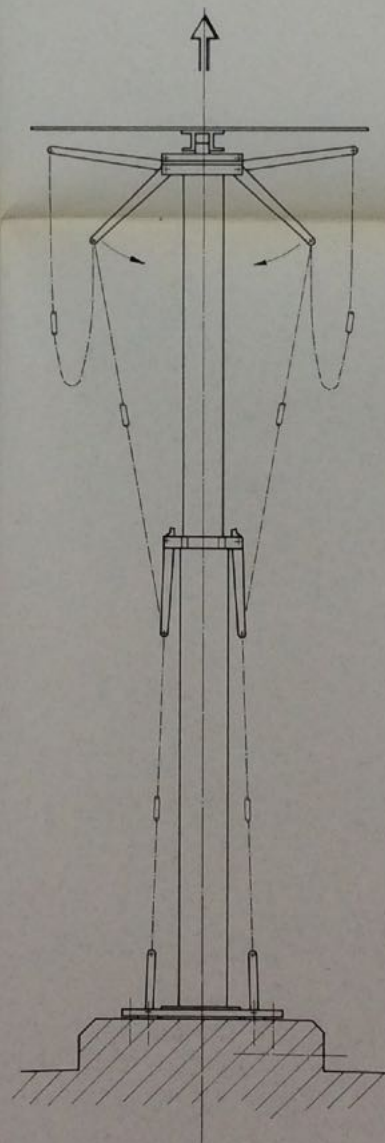
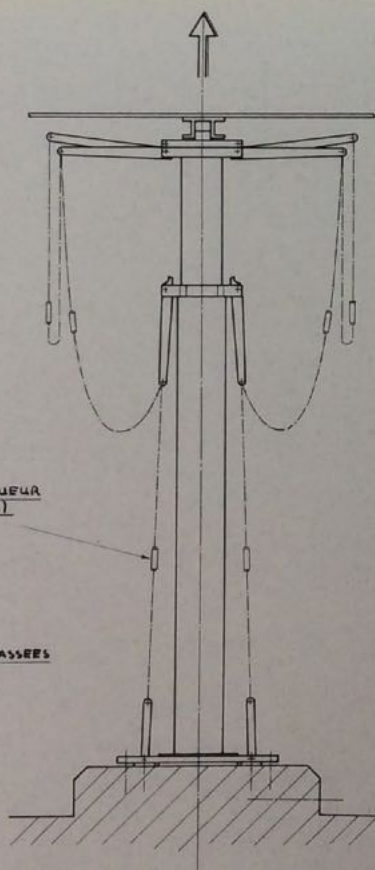
CHAÎNE Ech. 1/1

Pos. inférieure minimale
du pont - 9,955

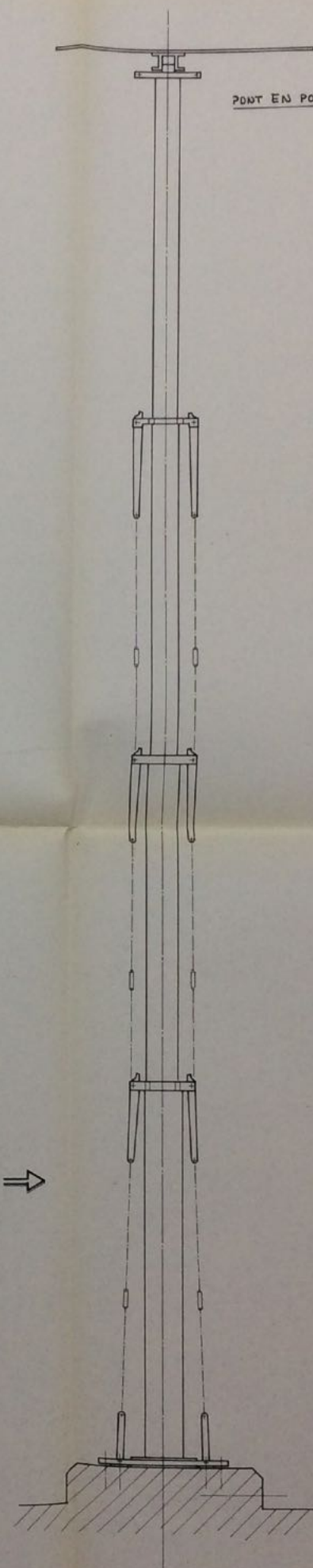


REGLAGE DE LA LONGUEUR
DE LA CHAÎNE (RIGIDITÉ)

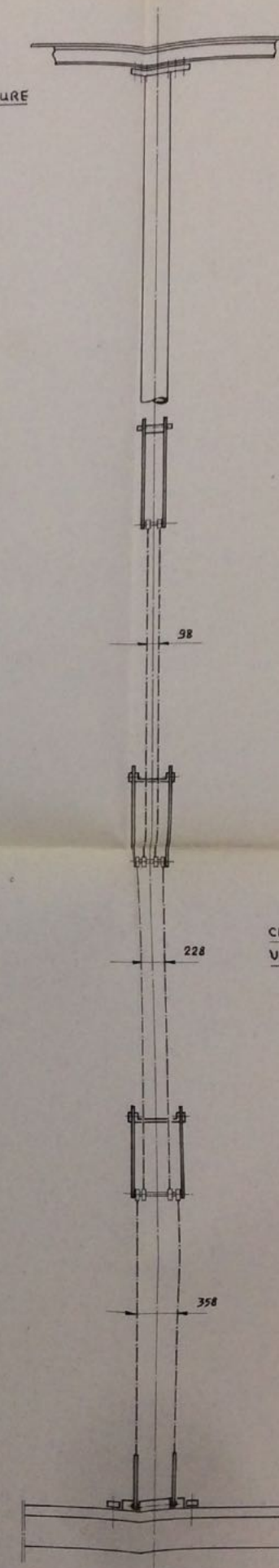
CHAÎNES ENTASSÉES



A ⇒



PONT EN POSITION SUPÉRIEURE



CHAÎNES ET LEVIERS
VUE DE A

Fig. 11

GRAND THEATRE, VERINS DES PONTS PRINCIPAUX
INSTITUT BATTÉLLE, ETUDE N° 40422 (193-54-61)
ECHELLES 1.25/1.1 S. Rauscher 26 II 64

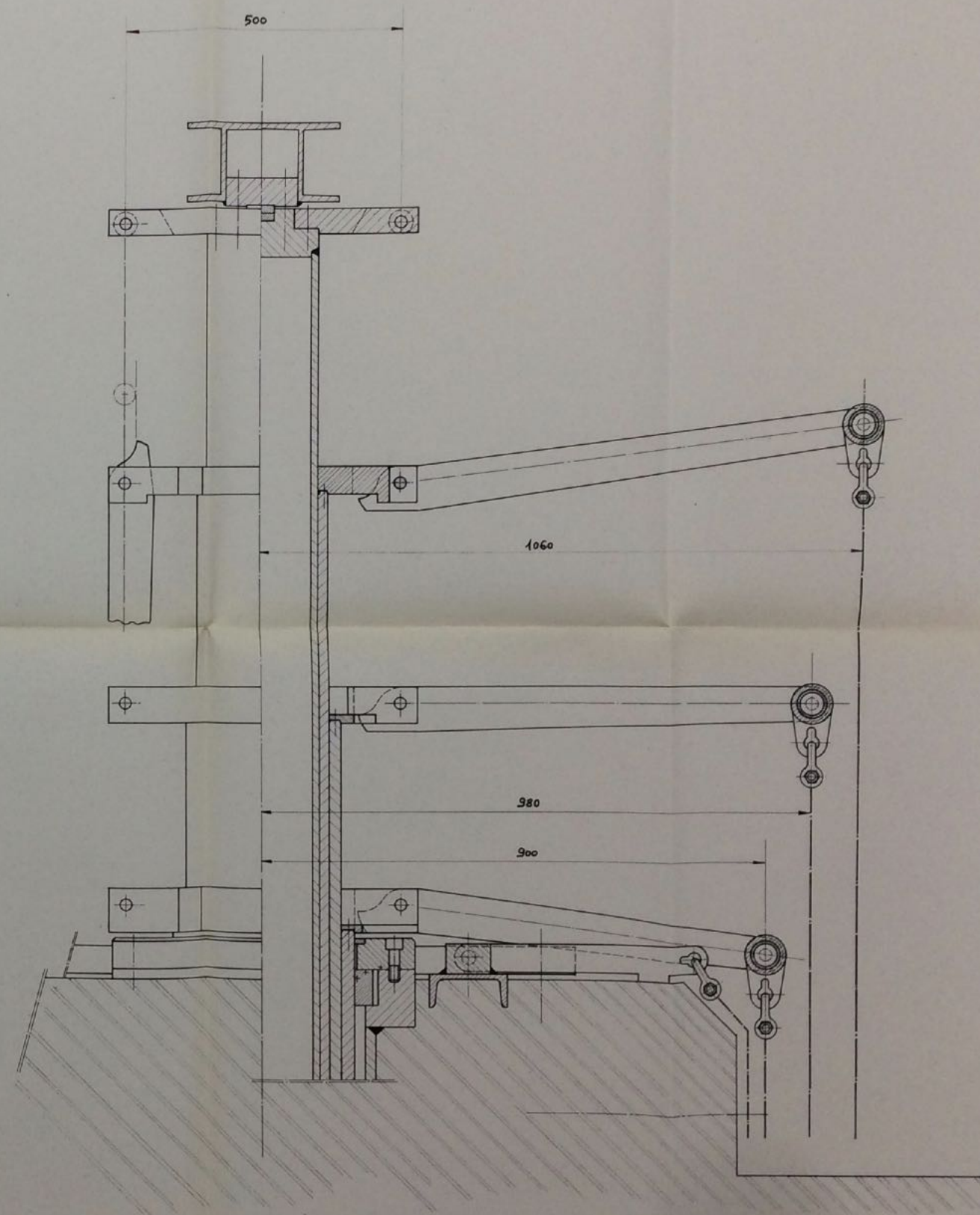
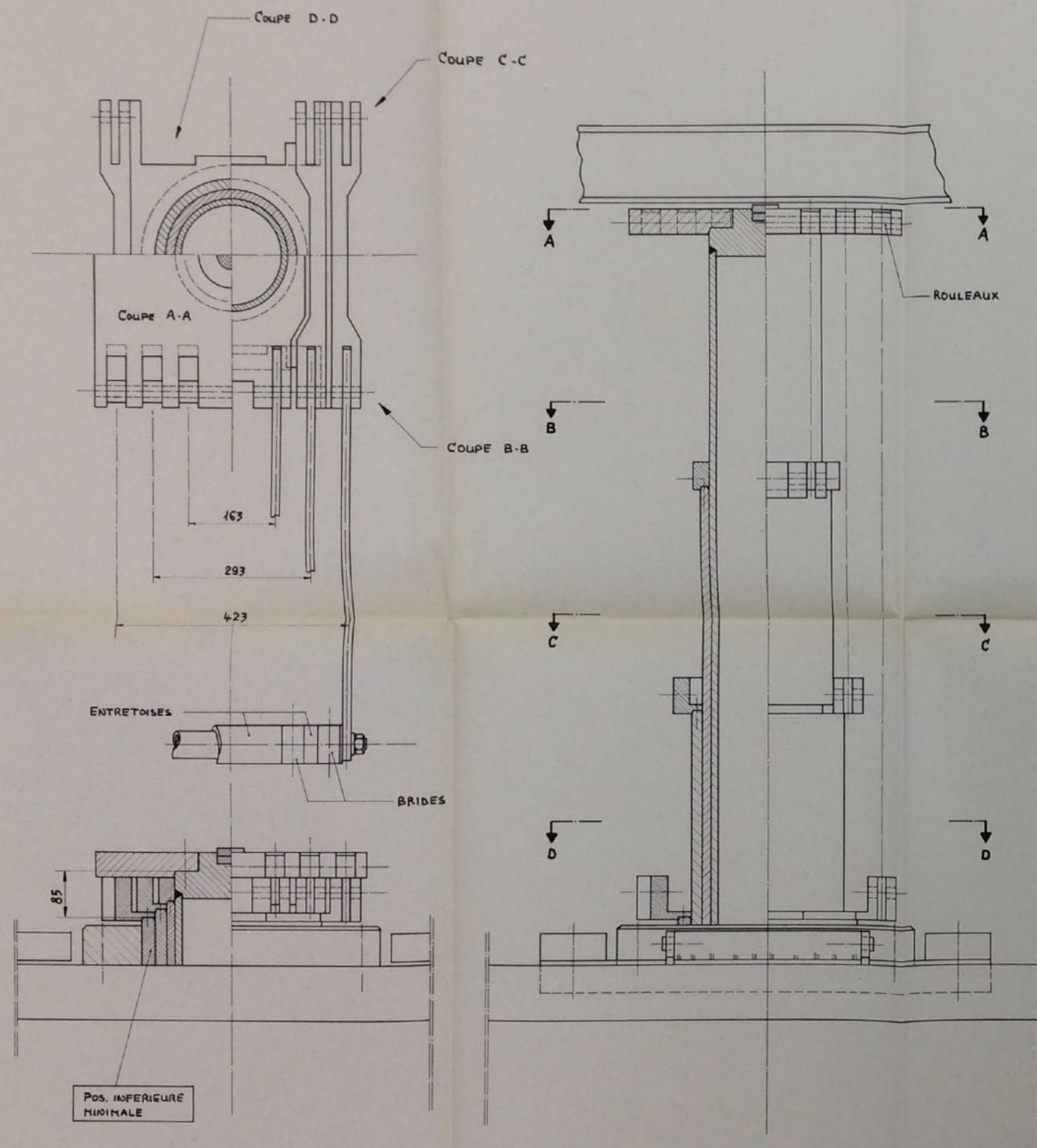
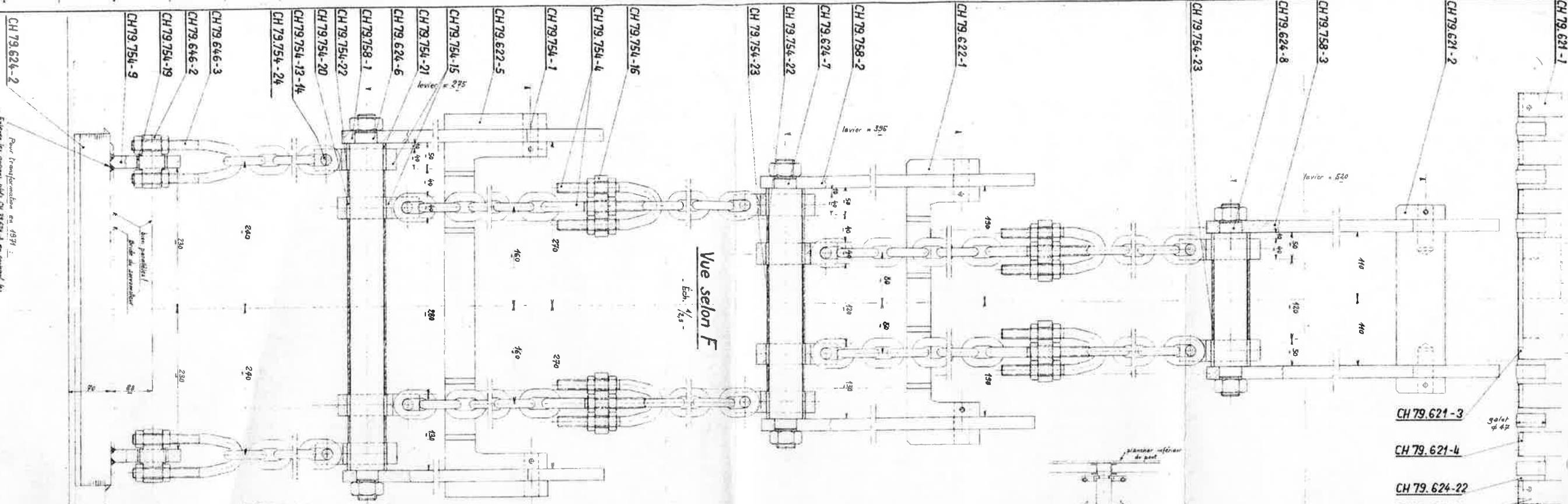


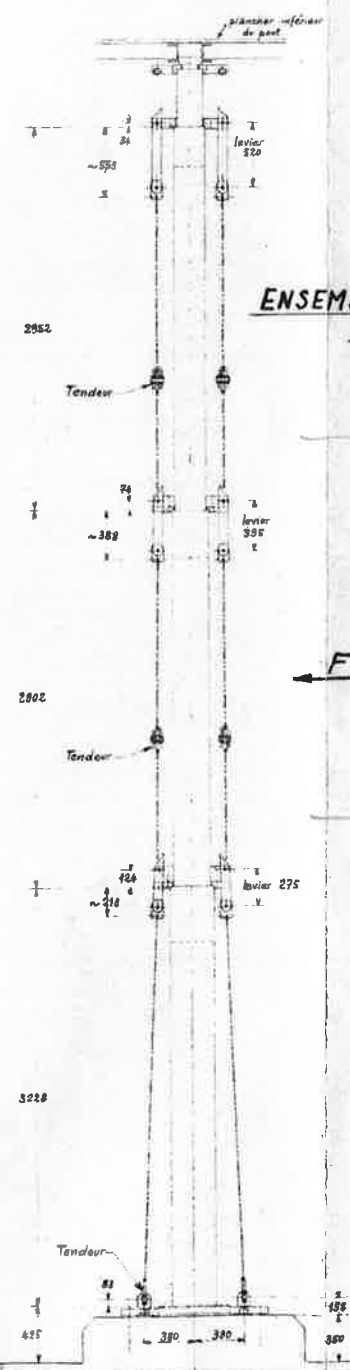
Fig. 12



Vue selon F
Ech. 1/10

1/2 Vue
Plaque supérieure
Ech. 1/10

1/2 Coupe A-A
Ech. 1/10



ENSEMBLE AVEC LE 3M DÉVELOPPE
Ech. 1/10

2873

F

2862

Côte Pansoy

91

Pour transformation en 1931 :
Enlever les anciens puits CH 79.624-2 en reportant les
puits avec la même cote, et les laisser en place.
Ajouter sur ces puits les nouveaux puits CH 79.624-3
en reportant la même cote des anciens puits CH 79.624-2
sur les nouveaux puits CH 79.624-3.
Les puits CH 79.624-2 et CH 79.624-3 sont
à conserver.

Ensemble du dispositif
avec le pont en position basse
Ech. 1/10

N° de liste de pièces	Nom	Désignation	Pos.	Mat.	Poids net	Moins	Observations
	CH 79.624-1	Grand Théâtre - 1 ^{er} étage					Remarque n°
		SM. POUR PONT PRINCIPAL n°1 (1931)					Partenance par %
		ENSEMBLE					Creux 1-5-71
		DU DISPOSITIF DE TRANSFERT					Vidia