

Bechtrag

chtra

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298448

# ASCENSEURS HYDRAULIQUES

POUR BATEAUX

NOTICE

ASCENSEUR HYDRAULIQUE POUR BATEAUX

(Spéciale à Paris 1889)

CHARLES HARRIS

Inventeur et Constructeur

PARISIAN STEAM ENGINE COMPANY

10, rue de Valenciennes

Clerk, S. B. & Co. 10, rue de Valenciennes, Paris

DEPOSE

16392

1889

16392

Paris le 10 Mars 1889

*CH. HARRIS*

PARIS

10, rue de Valenciennes

1889

x  
1.028



LES  
**ASCENSEURS HYDRAULIQUES**  
**POUR BATEAUX**

NOTICE

SUR

L'ASCENSEUR HYDRAULIQUE POUR BATEAUX

(Système Edwin Clark)

PAR

**CHARLES HARRAND**

Ingénieur des Arts et manufactures.

PRÉCÉDÉE D'UN EXPOSÉ COMPARATIF

DES SYSTÈMES **Seiler**,

**Clark, S. Duer** ET DE CELUI APPLIQUÉ A L'ÉCLUSE D'**Anderton**

PAR

**EDMOND BADOIS**

Ingénieur, ancien élève de l'École Centrale.

AVEC PLANCHES

16392

Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs civils.

VIII ~~14~~ B.

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BAUDRY, ÉDITEUR

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1884

Nachtrag.

493 152.





II 31688

Akc. Nr.

3008/50

# EXPOSÉ COMPARATIF

DES SYSTÈMES

## D'ASCENSEURS HYDRAULIQUES POUR BATEAUX

DE MM. SEILER, CLARK, S. DUER

ET DE CELUI APPLIQUÉ A L'ÉCLUSE D'ANDERTON

PAR M. EDMOND BADOIS.

---

### SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE DU 18 MAI 1883

---

L'ordre du jour appelle la communication de M. Harrand sur les ascenseurs hydrauliques pour bateaux.

La parole est donnée à M. Badois, qui s'exprime ainsi :

Le mémoire que j'ai l'honneur de produire au nom de M. Harrand, est intéressant à cause de l'actualité du problème qui consiste, pour les canaux, à franchir des hauteurs de plus en plus considérables.

Il se termine par quelques considérations sur l'accident survenu l'année dernière au premier appareil qui eût résolu d'une manière pratique ce problème, l'ascenseur d'Anderton, et qui avait fonctionné d'une manière satisfaisante pendant plusieurs années.

M. Harrand a traité la question des ascenseurs hydrauliques à un point de vue spécial, au cours d'une étude faite par M. Rozat de Man-

dres, inspecteur général des ponts et chaussées, d'un canal qui doit relier Bordeaux à Bâle, en réunissant la Garonne à la Haute-Loire. Ce canal était déjà projeté en 1835, et on était sur le point de le construire au moment où les chemins de fer sont venus arrêter l'essor des canaux de navigation.

Le nouveau tracé proposé traverse les monts d'Auvergne en plein, et s'élève à la cote de 716 mètres au-dessus du niveau de la mer pour redescendre à la cote de 269, en passant sur l'Allier à Varennes, et vient rejoindre à Diou le canal latéral à la Loire.

Les études ont été faites d'une façon complète, et on s'est aperçu qu'on ne pouvait pas donner suite à ce tracé sans introduire, pour l'élévation des bateaux, de nouveaux moyens plus efficaces que ceux employés jusqu'alors ; car si l'on se fût servi d'écluses de 3 mètres, il en aurait fallu un tel nombre que la distance virtuelle du parcours aurait été double de celle réelle, qui est de 500 kilomètres environ.

Grâce à l'emploi des ascenseurs hydrauliques, qui permettraient de racheter d'un seul coup des chutes de 35 mètres de hauteur, on maintiendrait l'augmentation de distance virtuelle due au passage des écluses, aux proportions admises dans les canaux établis dans les meilleures conditions ; on était arrivé à résoudre le problème au moyen de 17 ascenseurs hydrauliques placés sur l'un des versants, et de 15 ascenseurs sur l'autre versant, soit en tout 32 appareils remplaçant 320 écluses ordinaires.

M. Harrant, dans sa communication, suppose que le lecteur est au courant de la question des ascenseurs hydrauliques, son mémoire renvoyant aux diverses publications dont elle a été l'objet ; mais il se promettait de l'exposer, de manière que la lecture de son travail pût être faite avec fruit.

Je tiens à le suppléer à cet égard en donnant quelques détails sur les appareils, dits ascenseurs, qui ont été proposés jusqu'ici et j'en profiterai pour faire un examen comparatif des différents systèmes.

Il y a déjà quelques années que la question est à l'ordre du jour.

On a représenté (Pl. 59) les principaux types de ce genre d'écluses. La première fut celle de M. Seiler, ingénieur, membre du Conseil national suisse. Elle avait trouvé bon accueil en France, même parmi les membres du gouvernement.

En 1863, le système a été présenté à notre Société par M. Vuigner, qui fut un de nos anciens présidents ; voici ce qu'il disait alors :

« Pour améliorer la navigation des rivières, aux barrages à aiguilles et aux portes de garde, qui présentaient l'inconvénient d'une dépense d'eau considérable, on a d'abord substitué les écluses à simple sas, où la dépense est réduite à un volume déterminé par la section horizontale du sas et la hauteur de chute, sous déduction du volume déplacé par le bateau.....

« Lorsque les chutes à racheter ont une grande hauteur, on a souvent employé deux ou un plus grand nombre de sas accolés longitudinalement ; mais, alors, la dépense d'eau est plus considérable qu'avec les écluses simples ; elle peut être réduite de moitié avec le système de sas accolés latéralement. Les deux sas accolés peuvent être mis en communication par une bonde, au moyen de laquelle, lorsqu'un sas est rempli pour le passage d'un bateau, on verse la moitié de l'eau dans le second sas ; le volume restant est la seule dépense pour le passage du premier bateau, et le second sas peut donner passage à un second bateau, au moyen d'un demi-remplissage. »

Ce système, employé dès 1837 sur divers canaux d'Angleterre et d'Écosse, a été proposé par M. Vuigner pour un canal de jonction de l'Ourcq avec les canaux des Ardennes, dont l'alimentation, au point de partage, présentait de grandes difficultés ; il a été ensuite appliqué par lui aux écluses établies, en 1842, sur le canal de l'Ourcq.

Des ingénieurs anglais avaient eu enfin l'idée d'établir des écluses à sas *mobiles* accolés latéralement pour racheter des chutes considérables, et M. Vuigner a visité, à la même époque une écluse de ce système établie à *Taunton*, et qui fonctionne encore aujourd'hui. Les sas sont formés de bacs qui se font équilibre au moyen de chaînes passant sur trois grandes roues à gorge, et qui peuvent ainsi alternativement être amenés au niveau des biefs d'amont et d'aval. Chaque bac est muni, à ses extrémités, de portes qu'on manœuvre en même temps que les portes correspondantes de ces biefs lorsqu'on veut faire passer un bateau. Des dispositions très simples assurent l'étanchéité au moment de l'ouverture de ces portes. La manœuvre des bacs est faite par le moyen d'un treuil et d'un frein reliés à l'une des grandes poulies à gorge.

Dans ce système, disait M. Vuigner, on peut donc racheter de fortes chutes sans dépense d'eau appréciable. A *Taunton* même, où ordinai-

rement les bateaux descendants sont chargés, tandis que ceux montants sont vides, les bacs font remonter, dans le bief supérieur, une quantité d'eau suffisante pour le service d'une écluse ordinaire, à sas accolés latéralement, placée en aval de l'écluse à sas mobiles.

Les bacs de Taunton ont 8<sup>m</sup>,92 de longueur, 2<sup>m</sup>,50 de largeur et 1 mètre de profondeur : la chute est de 7<sup>m</sup>,31.

Un projet complet dans ce système a été étudié en 1838 par M. Vuigner pour relier le canal de l'Ourcq à la Marne, en aval de Lizy. Les bacs devaient avoir 28 mètres de longueur, 3 mètres de largeur et 1<sup>m</sup>,20 de profondeur, la hauteur à racheter étant de 8 mètres. On avait songé aussi à l'établissement de sas mobiles se mouvant sur des plans inclinés.

Tel était l'état de la question lorsque M. Seiler eut l'idée d'un appareil dit aérohydrostatique, dont le rapport suivant de M. Huet, ingénieur du service municipal de la ville de Paris, donne une idée complète :

« A une écluse ordinaire, M. Seiler substitue un bac, une caisse en tôle de la longueur et de la largeur d'un sas d'écluse, et d'une tenue à peu près égale à celle du canal ; cette caisse peut se mouvoir de haut en bas et de bas en haut dans la limite de la hauteur de chute à racheter, de manière à venir se placer alternativement au niveau de chacun des deux biefs qu'elle doit racheter l'un de l'autre.

« Pour pouvoir mettre en mouvement ce bac rempli d'eau, dont le poids n'est pas moindre de 1,100,000 kilogrammes, qui a une longueur de 45 mètres, une largeur de 8 mètres, et une hauteur de 2<sup>m</sup>,50, M. Seiler le suspend par l'intermédiaire de quatre gazomètres ; puis il l'équilibre par un bac semblable, placé à l'extrémité d'un des biefs considérés ; de telle sorte que, dans le système de M. Seiler, les écluses sont accouplées et présentent deux à deux, à l'extrémité d'un bief intermédiaire, la même dimension et la même chute ; une canalisation souterraine permet de mettre en communication l'air comprimé dans les huit gazomètres dont se composent ces écluses accouplées et d'en équilibrer ainsi la tension.

« On règle à l'origine la quantité d'air renfermée dans le système des gazomètres et des conduites, de telle sorte que les deux bacs se trouvent en même temps au niveau du bief intermédiaire, ou bien que, l'un d'eux étant au niveau du bief supérieur, l'autre se trouve au ni-

veau du bief inférieur ; admettant que ce système puisse se maintenir ainsi sans déperdition d'air, il est réglé pour toujours, et des manœuvres fort simples permettront de le faire fonctionner ; en effet, les gazomètres communiquant dans les conditions qui viennent d'être indiquées, il y a équilibre dans le système, et les deux bacs forment les deux plateaux de ce que l'auteur a appelé une balance aérohydrostatique ; lorsqu'il y a communication complète et libre de l'air comprimé, dans tout le réseau, une faible surcharge ajoutée à l'un des bacs augmente la pression de l'air des gazomètres correspondants, et cet air s'écoule à l'autre extrémité du système, en soulevant le bac opposé d'une hauteur égale à celle dont s'abaisse le premier.

« La fermeture de la communication par laquelle s'écoule l'air comprimé arrête immédiatement le mouvement en même temps qu'un frein d'une disposition spéciale fixe d'une manière stable la position du bac, quelque variation que puisse d'ailleurs éprouver la tension de l'air des gazomètres.

« M. Seiler emploie l'eau comme surcharge ; dans ce but, il donne au plafond de chacun des biefs du canal une pente telle que la tenue d'eau y soit de 0<sup>m</sup>,10 plus considérable à l'aval qu'à l'amont c'est-à-dire qu'elle soit de 2<sup>m</sup>,50 à l'aval, par exemple, si elle est à l'amont de 2<sup>m</sup>,40. Dans ces conditions, si l'on suppose que les deux bacs aient été mis respectivement en communication avec les biefs supérieur et inférieur, le bac supérieur aura, comparé au bac inférieur, une surcharge d'eau de 0<sup>m</sup>,10 ; et, aussitôt la communication de l'air établie dans le gazomètre, il s'abaissera jusqu'à ce qu'il arrive au niveau du bief intermédiaire, niveau qu'atteindra en même temps le bac inférieur dans son mouvement ascendant ; tous deux s'y arrêteront par la fermeture de la communication d'air et y seront fixés à l'aide du frein dont il a été parlé ci-dessus. Si maintenant ces bacs sont mis en rapport avec le bief intermédiaire, l'effet inverse se produit, c'est-à-dire que le bac supérieur y écoule sa surcharge d'eau que prend à l'autre extrémité le bac inférieur, et aussitôt le frein desserré et la communication de l'air rétablie, un nouveau mouvement de bascule replace les diverses parties du système dans leur position primitive.

« On voit qu'une semblable opération, qui n'est autre en résumé qu'une écluse, ne dépense, au maximum, qu'une tranche d'eau de 0<sup>m</sup>,10 de hauteur, c'est-à-dire, 36 mètres cubes, ou 1/25 environ de la quantité d'eau exigée par une écluse dans le système ordinaire avec

chute de 2<sup>m</sup>,50 ; la manœuvre des bateaux se fait d'ailleurs tout naturellement au moment des diverses communications des biefs avec les bacs, sans que leur présence dans les bacs change rien aux conditions d'équilibre et de mouvement qui viennent d'être indiquées.

« Dans le projet de cet appareil, les gazomètres ont 10 mètres de diamètre ; la surface sur laquelle se répartit le poids d'un bac, soit 1,100,000 kilogrammes, est, par conséquent, de 314 mètres carrés ; l'air y est donc à la pression de 3<sup>m</sup>,50 d'eau environ, soit un peu plus d'un tiers d'atmosphère.

« Quant à la surcharge d'eau de 0<sup>m</sup>,10, répartie sur la surface du bac, elle répond à un poids de 36,000 kilogrammes, auquel il convient d'ajouter, à l'origine du mouvement, celui de 6,289 kilogrammes, provenant de la différence de poids des quatre gazomètres hors de l'eau et immergés ; elle donne lieu ainsi à une tension excédante de 0<sup>m</sup>,13 à 0<sup>m</sup>,10 d'eau, sous laquelle s'écoule un cube d'air de 3,140 mètres pour une hauteur de chute de 10 mètres ; l'écoulement aura lieu en deux minutes environ, en admettant dans ces conditions une vitesse d'écoulement de 39 mètres par seconde par un tuyau de 0<sup>m</sup>,80 de diamètre ; il en résulte que le mouvement des bacs s'effectuera avec une vitesse de 0<sup>m</sup>,77 par seconde... »

J'ai cité ces extraits parce qu'ils marquent le commencement et comme la vision des progrès qui ont été réalisés depuis lors.

M. Seiler avait remplacé les chaînes s'enroulant sur des poulies à gorge de l'écluse de Taunton par des gazomètres à air comprimé, réunis par une conduite munie d'une valve. La conduite est mise en outre en communication avec des accumulateurs d'air comprimé ; deux bacs d'un poids égal se font équilibre ; le mouvement est produit par une surcharge d'eau qui soulève l'un des gazomètres en faisant s'abaisser l'autre ; et ce qu'il y a de remarquable dans le projet de M. Seiler, c'est qu'il avait ainsi prévu, avec l'emploi de l'air comprimé, le principe appliqué dix ans plus tard à Anderton, mais avec l'emploi de l'eau comprimée.

Il avait trouvé le même système pour la jonction des sas et des biefs et la manœuvre des portes : l'extrémité du bief porte un cadre en bois, coupé obliquement et garni de gutta-percha ; le sas mobile, terminé d'une manière concordante vient s'appliquer contre ce cadre par l'effet de la pression due à la surcharge et l'étanchéité est ainsi obtenue.

Pour faire communiquer le sas avec le bief, on introduit l'eau, au moyen d'une valve, entre les deux portes qui ferment l'une le bief, l'autre le sas mobile ; le niveau s'établit, les pressions s'égalisent de part et d'autre, on lève les portes et le bateau passe.

Il est utile de rappeler ces dispositions, parce qu'elles sont en effet employées, sauf les détails pratiques d'exécution, dans les appareils qui ont été exécutés plus tard. Le système de M. Seiler, n'a pas d'ailleurs reçu d'application effective : l'air comprimé n'offrait sans doute pas assez de sécurité ; il devait y avoir des déperditions, et il fallait des pompes pour y parer ; on n'était pas sûr non plus que la température de l'air n'influerait pas sur la différence des niveaux.

C'est en 1874 et 1875 que les ingénieurs anglais, qui avaient à résoudre un problème analogue se sont préoccupés de la question. A Anderton, il s'agissait de faire communiquer un canal avec une rivière qui se trouvait 15<sup>m</sup>,35 plus bas. La communication pouvait se faire par une chaîne d'écluses établies sur un long circuit : cette idée fut abandonnée à cause du grand espace occupé par les écluses, du temps exigé pour le passage et de la pénurie d'eau dans le canal. M. Williams l'ingénieur du canal, eut l'idée d'établir une presse hydraulique pour descendre les bateaux du bief supérieur dans le bief inférieur, et les élever de l'un dans l'autre. Il se mit en rapport avec M. Edwin Clark, qui trouva l'idée bonne ; M. Duer fut chargé d'étudier la question, et on décida l'exécution de cet ouvrage.

L'ascenseur d'Anderton a fonctionné pendant sept années d'une façon remarquable. Il subit alors en 1882 un accident, réparé depuis : l'une des presses se brisa, mais, en somme, cet ascenseur a donné toute satisfaction et a prouvé que les principes sur lesquels il est établi étaient admirablement conçus ; toutefois, l'accident survenu a montré qu'il y avait quelques précautions à prendre pour assurer dans l'avenir la sécurité de ces appareils.

Quoi qu'il en soit, le succès de l'écluse d'Anderton fut le point de départ de nouvelles études tant en Angleterre qu'en France, en Belgique et en Allemagne. L'ascenseur d'Anderton était fait pour des bateaux de 100 tonnes. On voulut l'amplifier.

On construisit, en ce moment, en France, au canal de Neuffossé, un ascenseur hydraulique pour bateaux de 300 tonnes, et le gouvernement

belge en fait étudier un pour des bateaux de 400 tonnes. Ceci démontre bien l'importance de ces questions. Il est donc intéressant de donner quelques détails sur ces différents ascenseurs, et, d'abord, sur celui d'Anderton.

Voici la traduction d'un passage de la communication faite par M. Duer, l'ingénieur qui a dirigé en détail toute la construction, à la Société des Ingénieurs civils de Londres, et qui résume les idées qui ont donné naissance à cet appareil.

« La différence des niveaux est de 50 pieds, 4 pouces (15<sup>m</sup>,35).

« Le problème à résoudre consistait à projeter un moyen expéditif de mouvoir les bateaux sur toute cette hauteur en occupant un faible espace et en usant aussi peu d'eau que possible.

« Il parut convenable que les bateaux fussent élevés dans un bac rempli d'eau pour éviter tout danger dans le cas où leur cargaison se déplacerait.

« Cela nécessitait le soulèvement du poids de l'eau du bac aussi bien que celui des bateaux, et exigeait l'emploi d'une puissante machine à vapeur. Il fut alors proposé de faire l'élévateur double, c'est-à-dire d'avoir deux bacs égaux qui, étant conjugués, se contrebalanceraient l'un l'autre, ce qui n'exigerait plus qu'une machine bien moins puissante : ceci fut ultérieurement complété par l'idée d'introduire dans le bac supérieur un peu d'eau du niveau d'amont pour le rendre plus pesant que le bac inférieur et lui faire ainsi produire dans sa descente à peu près tout le travail d'élévation de l'autre bac. »

Suit la description de l'ascenseur que je résume succinctement :

Un aqueduc métallique supporté par des colonnes et fermé à ses deux extrémités par des portes, met en communication l'appareil et le canal. Les deux sas sont disposés latéralement l'un à côté de l'autre ; chacun d'eux a la forme d'une poutre parabolique, droite à sa partie inférieure et est porté en son milieu par un piston de presse hydraulique. Cette presse est logée dans un puits creusé dans le sol à la profondeur convenable. La coupe transversale représente l'un des bacs descendant et l'autre bac montant ; ils sont tenus en équilibre par l'intermédiaire de l'eau comprimée des deux presses hydrauliques qui communiquent ensemble par le moyen d'un conduit muni d'une valve qui peut ouvrir ou fermer à volonté la communication et qui est

manœuvrée par un mécanicien qui peut également mettre en communication l'une ou l'autre presse avec un accumulateur au moyen d'autres valves.

Lorsqu'un bateau arrive en haut par l'aqueduc, il entre dans le sas supérieur, arrêté au niveau d'amont, tandis que l'autre sas est au niveau d'aval. On introduit dans le bac supérieur en même temps que le bateau une tranche d'eau de 0<sup>m</sup>,15 de hauteur de plus que la tenue d'eau du bac inférieur de sorte qu'il est surchargé, ce qui fait qu'au moment où l'on ouvre la valve de communication entre les deux presses, le sas supérieur s'abaisse, en faisant remonter l'autre sas. Le bateau et le sas qui le contient continuent à descendre, jusqu'au moment où, dans ce système, le sas vient, par son fond, à toucher l'eau de la rivière; le sas s'immerge alors et perd successivement de son poids, proportionnellement à l'eau qu'il déplace; le mouvement finit par s'arrêter, la surcharge motrice étant progressivement annihilée.

A ce moment, le mécanicien qui se trouve dans la chambre de manœuvre a fermé la valve de communication des deux presses; il ouvre, au contraire, la valve faisant communiquer la presse du sas montant avec l'accumulateur, et termine ainsi le soulèvement de ce sas jusqu'au niveau de l'aqueduc d'amont. Il ferme alors la communication avec l'accumulateur; la manœuvre des portes s'effectue et un second bateau peut passer de l'aqueduc d'amont dans le sas élevé pendant que le bateau descendu a passé dans le bief d'aval et a pu être remplacé par un autre dans le sas abaissé, et l'appareil est prêt à se remettre en mouvement dès que l'ouverture de la valve mettra de nouveau les deux presses en communication.

On remarque dans cette disposition, que la presse qui supporte chaque sas est unique et centrale; les dimensions n'en sont pas trop exagérées : le piston a 0<sup>m</sup>,91 de diamètre. Les sas ont 27 mètres de longueur et tiennent normalement 1<sup>m</sup>,35 de hauteur d'eau. Tout cela est établi dans de bonnes conditions d'exécution pratique, que les constructeurs abordent facilement.

On remarque aussi que le parti adopté de faire plonger le bac descendant dans l'eau d'aval avant d'arriver à l'extrémité de sa course exige un effort extérieur pour faire parcourir aux deux sas la dernière partie de leur course. On a objecté que cela constituait une dépense inutile de force motrice à chaque opération, mais cette critique est

faite, je crois, à tort, car la dépense effective est relativement faible et ne saurait être mise en balance avec la sécurité qui en résulte pour l'appareil.

M. Duer tient beaucoup à cette disposition, tandis qu'elle a été abandonnée par M. Clark. M. Duer soutient qu'elle est essentielle au point de vue de la sécurité. Et, en effet, qu'il survienne un accident, qu'un tuyau contenant l'eau comprimée, crève, qu'une presse éclate, le sas portant son bateau est précipité rapidement vers le bas, et lorsqu'il arrive à toucher l'eau, sa chute se trouve amortie comme par une sorte de coussin ; car l'eau n'est pas expulsée, mais seulement refoulée latéralement ; le sas peut être projeté avec force, il est vrai, mais après quelques centimètres de descente dans l'eau, la dénivellation a produit une sous-pression croissante qui a détruit l'effet du choc et l'a rendu peu dangereux en lui donnant un certain temps d'amortissement.

Au contraire, si ce matelas d'eau n'existe pas, le sas tombant sur le fond de la cale serait inévitablement brisé par la violence du choc que rien n'aurait pu atténuer.

C'est là une particularité très intéressante et très importante de ce système. Et le peu de dégâts causés au bac d'Anderton lors de l'accident de 1882, alors qu'il est tombé de toute la hauteur de 15 mètres en pleine charge, démontre combien ces prévisions étaient justifiées.

J'ai dit que la surcharge était de 0<sup>m</sup>,15 d'eau, c'est-à-dire que, dans l'un des sas, celui qui s'élève, il y a quatre pieds et demi d'eau et dans l'autre, celui qui descend, il y a cinq pieds d'eau. Or, les bacs sont alternativement élevés et descendus, et lorsque celui qui contient cinq pieds d'eau en descendant s'immerge dans l'eau d'aval, il ne perd de son poids que par le fait du déplacement d'eau qu'il produit ; pour le mettre à même de se retrouver dans les conditions voulues pour être élevé à son tour, il faut lui enlever les 0<sup>m</sup>,15 d'eau qu'il contenait à titre de surcharge pour la descente, mais qui s'opposeraient maintenant à son soulèvement par l'autre sas surchargé à son tour de la même quantité d'eau.

Pour cela M. Duer a imaginé un système fort ingénieux. Il a disposé le long du sas un certain nombre de siphons ayant une branche courte et étroite plongeant dans l'eau du sas et une branche longue et large descendant à l'extérieur jusque près de l'arête inférieure du sas.

Au moment où l'immersion se produit dans l'eau du bief d'aval cette eau pénètre dans la grande branche extérieure du siphon, et refoule l'air qu'il contient, lequel s'échappe par la branche courte. Lorsque le sas est immergé, il n'y a plus que très peu d'air dans le siphon; mais, au moment où le sas commence à remonter par l'effet de la surcharge appliquée à l'autre sas, la grande branche du siphon tend à se vider d'eau, l'air, alors s'y trouve dilaté et, sa pression diminuant, l'eau de l'intérieur du sas est aspirée, le siphon s'amorce et l'écoulement continue jusqu'au niveau de l'orifice de la courte branche qui est précisément placé au point voulu pour l'enlèvement des 0<sup>m</sup>,15 d'eau en question et pas plus; de telle sorte que quand le sas montant sort de l'eau d'aval il ne contient plus que quatre pieds et demi d'eau et il est naturellement entraîné par l'autre sas qui contient, lui, à ce moment, cinq pieds d'eau.

Ces explications suffiront, je l'espère, pour bien faire comprendre ce système, représenté planche 59, figures 3 à 5.

Le gouvernement français a fait étudier l'appareil d'Anderton avec beaucoup de soin par ses ingénieurs, en vue de l'établissement d'un appareil semblable au canal de Neuffossé, au lieu dit *Les Fontinettes*, pour des bateaux de 300 tonnes. La hauteur à franchir est de 13<sup>m</sup>,13.

On a demandé des projets aux auteurs de l'ascenseur d'Anderton, à M. Clark et à M. Duer (fig. 6 à 13, pl. 59).

Le projet de M. Duer se rapproche de celui d'Anderton; il a conservé le principe de l'immersion des sas dans l'eau d'aval, mais il a changé les dispositions de construction de l'appareil; il n'a plus employé une presse unique et centrale, pour supporter chaque sas, et voici ses raisons :

Il prétend que, pour des bateaux de 300 tonnes, il faut donner à la presse unique des dimensions exagérées, soit 2 mètres de diamètre. Or le poids de l'appareil devient d'autant plus considérable que, le sas étant soutenu par son point milieu, la moitié de la longueur se trouve en porte à faux de chaque côté, ce qui, pour faire travailler le fer dans les conditions ordinaires de sa résistance, exige un grand poids de métal d'autant plus désavantageux qu'il coûte cher et charge inutilement les presses. M. Duer a supposé qu'il y aurait plus d'avan-

tage, au point de vue économique, à employer deux presses au lieu d'une seule en les plaçant de chaque côté, au quart de la longueur. Les porte à faux sont ainsi diminués.

On a fait à ce système l'objection que les charges peuvent ne pas se diviser également entre les deux presses et qu'il en résulterait alors des efforts obliques nuisibles au bon fonctionnement comme à la sécurité.

Pour y parer, M. Duer compose chacune de ses presses, de deux corps de presse ayant chacun son piston et il les conjugue non pas ensemble, mais séparément, avec les corps de presse symétriques du groupe opposé.

De cette façon, si une inégalité de poids se produit à droite de l'axe par exemple, il y a transmission immédiate au groupe de gauche et l'équilibre se rétablit instantanément et automatiquement. L'appareil y gagne donc, au contraire, en sécurité et d'autant plus que si l'un des corps de presses vient à se rompre, son conjugué opposé se trouvant immédiatement aussi hors de service, il reste encore deux presses qui sont construites dans ce but, assez fortes pour supporter le bac, et tout accident est évité. La figure 44 de la planche 59 indique cette disposition spéciale.

Les deux groupes de presses de chaque sas sont de plus mises en communication avec les quatre presses de l'accumulateur et de telle sorte que la manœuvre des valves de communication n'est pas plus compliquée qu'à Anderton.

M. Duer avait surtout en vue, dans ce projet, d'abord la sécurité et en second lieu aussi l'économie et la facilité de la construction; sous ce rapport, quand pour Anderton il avait dû discuter avec les entrepreneurs les conditions d'exécution de la presse de 91 centimètres de diamètre et de son piston, il avait reconnu déjà la difficulté d'obtenir avec ces dimensions une matière absolument saine dans toutes ses parties, et il s'est demandé si, avec un piston de 2 mètres de diamètre, on pourra répondre de la qualité de la matière employée en raison de l'épaisseur exigée. Il est certain qu'en donnant aux presses 4 mètres de diamètre seulement, on est plus assuré d'une bonne exécution, tandis que, au-dessus de ce diamètre, on est amené à l'emploi de l'acier sans être sûr d'obtenir une fabrication parfaite et d'avoir une matière exempte de défauts.

Le projet de M. Duer pour l'écluse des Fontinettes peut donc être considéré comme étant le même que celui d'Anderton, mais amplifié et amélioré comme sécurité.

Le système Clark, qui a été adopté, est assez différent de celui qui vient d'être indiqué. M. Clark a abordé franchement la question d'une presse unique et centrale de 2 mètres de diamètre, mais il a supprimé le principe de l'immersion du sas descendant dans l'eau d'aval, et il a employé une cale sèche pour le logement de ce sas. Il n'y a plus alors de temps d'arrêt dans la descente, mais aussi il n'y a plus la même sûreté dans la manœuvre faite par le mécanicien, pour la fermeture de la valve de communication des presses.

En effet, lorsque dans le cas de l'immersion le sas inférieur vient à plonger dans l'eau, il y a arrêt dans le mouvement; c'est alors que le mécanicien ferme sa valve.

Il a tout le temps pour cela et s'il fait un faux mouvement ou trop brusque ou trop lent, cela n'a pas grand inconvénient puisque l'immersion du bac surchargé a rétabli l'équilibre des deux sas.

Il n'en est pas de même avec une cale sèche : une fermeture trop tardive de la valve peut laisser le sas s'affaler à fond de cale et causer un accident.

M. Clark a bien pensé que là il pouvait y avoir un danger. Il a voulu y remédier et il a imaginé de rendre constant l'équilibre des deux sas au moyen d'appareils compensateurs très ingénieux dont je vais parler. La presse unique exige l'emploi d'un immense piston qui, entre autres, a un grave inconvénient : il déplace un volume d'eau considérable ; pour 2 mètres de diamètre et 20 mètres de hauteur, cela fait 60 mètres cubes. Lorsque le piston se trouve en l'air, il pèse donc 60 tonnes de plus que lorsqu'il est plongé dans l'eau de la presse. Donc, l'appareil élévateur de droite, par exemple, étant en haut de sa course et celui de gauche au bas de la sienne, il peut y avoir à un moment 120 tonnes de différence de poids entre les deux appareils, rien que par le fait de la sortie et de la rentrée alternatives des pistons dans les corps de presses.

Pour annuler les effets de ces différences de poids, M. Clark a mis chacun des sas en communication avec une colonne d'eau de même hauteur et de même diamètre que celle engendrée par la course des pistons. La jonction se fait par le moyen de tuyaux à joints articulés.

L'eau de la colonne se met donc toujours de niveau avec l'eau du sas, et, au fur et à mesure que celui-ci descend, le niveau d'eau de la colonne s'abaisse, et une quantité d'eau rentre dans le sas et compense la perte de poids du piston par suite de son immersion. Les deux appareils sont ainsi toujours absolument équilibrés; lorsque le piston perd de son poids par son immersion, il rentre dans le bac une petite surcharge exactement égale à ce poids perdu.

Il paraîtrait que c'est ce dispositif ingénieux qui a fait adopter, aux Fontinettes, le système de M. Clark, de préférence à celui de M. Duer.

Eh bien, ce serait regrettable, car ces colonnes compensatrices, tout intéressantes qu'elles soient, vont, à mon avis, à l'encontre du but que l'on devait se proposer. Et, en effet, je trouve un grand avantage dans le système d'Anderton, au point de vue du mouvement des charges mobiles. L'on ne doit pas considérer seulement dans ce problème que deux poids de 800 tonnes chacun se font équilibre, mais surtout que ces poids sont mis en mouvement, par le surcroît de charge ajouté à l'un d'eux. Il ne faut pas considérer ces masses en un mot comme étant à l'état statique : il faut les considérer dans leur mouvement.

Or dans le système d'Anderton et de M. Duer, à la surcharge d'eau d'environ 15 tonnes, s'ajoute, au moment du départ, le poids du piston non immergé du bac supérieur.

Le poids du bac inférieur étant, d'autre part, d'autant moindre que son piston est alors immergé dans l'eau de sa presse, il en résulte qu'au moment où le mécanicien ouvre la valve de communication des deux presses pour opérer une descente, et où, par conséquent, la vitesse est nulle, il y a un grand excès de surcharge pour produire le mouvement.

C'est ce qu'il faut justement, pour vaincre les frottements et l'inertie du départ et obtenir un mouvement promptement rapide, mais il faut craindre d'autre part l'excès d'accélération due à la pesanteur; or, au bout de peu d'instant, elle se trouve naturellement atténuée, parce que l'un des pistons en plongeant dans l'eau et l'autre en sortant diminuent progressivement le poids moteur. A la force accélératrice de la pesanteur se trouve donc opposée une force retardatrice qui agit surtout efficacement vers la fin de la descente au moment où le sas doit s'arrêter.

La vitesse, nulle au départ, s'accroît successivement d'abord, puis décroît progressivement ensuite et enfin redevient nulle après que le sas s'est quelque peu enfoncé dans l'eau du bief d'aval.

Ces conditions de mouvement sont parfaites et c'est évidemment ce qui a fait le succès de l'écluse d'Anderton.

Dans l'appareil Clark, nous n'avons plus ces mêmes conditions; nous avons deux corps équilibrés à tout instant et mus par une surcharge; si elle est faible, mettez 5 tonnes, le mouvement s'opèrera, très lentement d'abord, mais en croissant toujours: ce sera une masse de 5 tonnes qui tombera avec une vitesse accélérée jusqu'à la fin de la course.

C'est à cet instant qu'un faux mouvement du mécanicien peut être fatal, car s'il ne s'y prend pas assez à temps pour fermer la valve, il s'expose à devoir la fermer brusquement au moment où la vitesse est la plus grande et à briser tout. Pour parer à ce danger on est obligé de recourir à une fermeture automatique de la valve pour le sas descendant un peu avant son arrivée au bas de sa course; c'est un moyen assez précaire. D'autre part, on ne peut réduire trop la surcharge en vue de diminuer la vitesse à fin de course, sous peine de ralentir par trop le mouvement de descente et d'employer un temps exagéré à la manœuvre.

En résumé le projet de M. Clark pour les Fontinettes est ingénieux, mais je doute qu'il soit préférable au système d'Anderton et au projet de M. Duer. Il serait à désirer que ce dernier projet fût également exécuté en France, avec des conditions de chute et de tonnage analogues pour fournir un point de comparaison pratique entre les deux systèmes en présence.

Telles sont les explications que j'avais à donner sur ces appareils; la communication de M. Harrant décrit l'application proposée de l'ascenseur Clark au canal de la Garonne à la haute Loire, mais avec une modification; les deux sas sont disposés bout à bout, longitudinalement, au lieu d'être accolés latéralement.

Ils sont alors établis en escaliers et les presses communiquent entre elles au moyen d'un conduit d'une certaine longueur. Lorsque le sas amont a effectué toute sa course en descendant, il se trouve en présence du sas aval qui a opéré inversement sa course en s'élevant, ainsi que le montre l'épure de la figure 3, pl. 60.

Cette manière de conjuguer les ascenseurs ne permet pas de faire descendre un bateau quand l'autre monte, mais cela permet de franchir une hauteur double. Le bateau venu d'amont franchit d'abord la moitié de la chute dans le sas amont, il passe alors dans le sas aval et descend avec lui l'autre moitié de la chute ; il faut attendre que le bateau ait fait cette double descente avant de faire monter un autre bateau ; le passage de l'écluse s'opère aussi moins vite que lorsqu'un bateau monte en même temps que l'autre descend ; mais tout ceci est en rapport avec le trafic prévu : le mouvement du canal de la Loire à la Garonne ne paraît pas devoir exiger une rapidité plus grande et ce système conviendrait très bien, d'autant plus que le passage des bateaux serait accéléré par l'emploi de cabestans hydrauliques, car on sait qu'au passage des écluses ordinaires la manutention des bateaux se fait avec des hommes et des chevaux, et va très lentement ; tandis qu'ici l'opération se ferait rapidement sans hésitations avec la force hydraulique nécessaire.

Une autre remarque à faire sur l'ascenseur proposé par M. Rozat de Mandres et décrit par M. Harrand, c'est qu'on n'y a pas appliqué les colonnes compensatrices de l'ascenseur des Fontinettes et dont il a déjà été question. A-t-on craint la complication des tuyaux à joints articulés, ou bien a-t-on jugé que le canal étant bien alimenté, il n'était pas nécessaire de pousser aussi loin l'économie d'eau ? C'est possible, mais il est aussi permis de supposer qu'on a compris que l'équilibre constant des sas était, au point de vue du mouvement, une condition défavorable.

---

## NOTICE

SUR

# L'ASCENSEUR HYDRAULIQUE

## POUR BATEAUX

(Système Edwin Clark)

PAR M. HARRAND.

---

**Principe de l'appareil.** — L'ascenseur se compose de deux presses hydrauliques verticales dont les corps de pompes sont mis en communication par une conduite qu'une valve permet d'ouvrir ou d'interrompre à volonté; chacun des pistons supporte un sas métallique dans lequel flotte le bateau à élever ou à abaisser au niveau du bief supérieur ou du bief inférieur.

Les presses et les sas sont identiques; les branches mobiles, avec ou sans bateau, sont du même poids.

C'est donc une balance hydraulique que peut mettre en mouvement une petite surcharge dans un des sas.

**Ascenseur d'Anderton** (*Angleterre*). — Le premier appareil de ce genre, conçu et projeté par M. Edwin Clark, a été étudié dans ses détails et établi, en 1875, à Anderton, près Northwich, par M. Sidenham Duer.

Il rachète la chute de 15<sup>m</sup>,35 qui existe entre le canal de Trent et Mersey et la rivière Weaver.

Les sas mobiles, remplis d'eau au niveau normal (soit de 1<sup>m</sup>,37), pèsent chacun environ 240 tonnes.

Une tranche d'eau supplémentaire de 15 tonnes est la surcharge qui détermine le mouvement.

Les pistons ont 91 centimètres de diamètre; la pression de l'eau, dans les presses est de 37 atmosphères.

La longueur du sas est de 22<sup>m</sup>,85 et la largeur de 4<sup>m</sup>,73.

Le chargement d'un bateau est de 100 tonnes au plus.

La description détaillée de la construction et du fonctionnement de l'élevateur d'Anderton a déjà été faite dans un certain nombre de publications <sup>1</sup>. (Voir le dessin de l'ascenseur, Pl. 59, fig. 3 à 5.)

Cet appareil a fonctionné depuis juillet 1875 jusqu'au 18 avril 1882; à cette date, la rupture d'une des presses interrompit le service <sup>2</sup>, mais le succès de cet engin, pendant sept années de marche non interrompue, a été tel que sa remise en état est réclamée avec instance par la batellerie.

**Raisons de son établissement.** — Suivant M. Duer, on a adopté cet élevateur, de préférence à une chaîne d'écluses, pour les raisons suivantes :

1° Il est moins coûteux, tant au point de vue de la dépense d'établissement qu'à celui des frais d'exploitation;

2° Il réduit la dépense d'eau dans une proportion telle que cette dépense est même insignifiante (environ 15 tonnes) par rapport à celle d'une écluse simple;

3° Il permet de faire passer dix fois plus de bateaux qu'une chaîne d'écluses de même hauteur; nous avons personnellement constaté qu'il ne fallait pas plus de 10 minutes pour un passage complet, toutes manœuvres, d'entrée et de sortie du bateau, d'ouverture et de fermeture des portes, comprises;

4° Il occupe une superficie de terrain bien moindre qu'une chaîne d'écluses, et enfin,

5° Dans le cas d'une alternative de bateaux montants et descendants, il fait l'office d'une chaîne d'écluses double.

1. *Bau u. Betriebsweise eines deutschen Canalnetzes v. Bellingrath.* Berlin 1879, Ernst u. Korn.

*Die Wasserstrassen Nord Europa's v. Max Maria Freiherr v. Weber.* Leipzig 1881, Wilh. Engelmann.

*Minutes of Proceedings Inst. Civ. Eng : March 21-1876.*

*Annales Industrielles.* Cassagnes directeur. Paris 1876.

*Annales des travaux publics.* N° 2, 1880.

*Notice sur les Élévateurs et Plans inclinés,* de M. Hirsch, ingénieur en chef des ponts et chaussées (Imprimerie Nationale, 1881). Etc., etc.

2. Voir à la fin de la notice : *Accident d'Anderton.*

Cet élévateur, dans lequel le bateau flotte et se trouve, par conséquent, dans les meilleures conditions de durée, présente de tels avantages pour les grandes chutes, son fonctionnement est si simple et si régulier, qu'il devait nécessairement attirer l'attention des gouvernements étrangers.

**Amplification de l'ascenseur d'Anderton.** — Des ingénieurs français <sup>1</sup>, belges et allemands l'étudièrent sur place et déclarèrent que, moyennant certaines modifications, son amplification pour bateaux de 300 tonnes en France, de 400 à 450 tonnes en Belgique, était possible; l'application en fut résolue en France, mais, jusqu'à ce jour, pour des cas isolés seulement.

En effet, les ascenseurs en exécution ou projetés, dont nous dirons quelques mots plus loin, ne sont destinés qu'à doubler des chapelets d'écluses existants, ou à en tenir lieu sur les canaux en construction.

Nous pensons qu'un rôle plus important leur est réservé, car ils permettent de modifier, avec avantage, dans certains cas, les principes suivant lesquels les canaux à point de partage ont été tracés jusqu'à ce jour.

Nous venons de contribuer à l'étude d'un avant-projet de canal de la Garonne à la Loire supérieure, qui comporte précisément une application générale des ascenseurs dans les terrains accidentés, conjointement d'ailleurs avec celle des écluses dans les vallées.

**Types d'ascenseurs** (*transversal et longitudinal*). — Avant d'examiner les circonstances dans lesquelles cette application générale devient avantageuse, remarquons que, si l'ascenseur d'Anderton et ceux en cours d'exécution en France et en Belgique comportent deux sas parallèles, ou côte à côte, dont les courses rachètent la même chute comprise entre les mêmes biefs, il est toutefois possible, sans modifier le principe de l'appareil, de disposer les sas longitudinalement, dans

1. Rapports de missions de :

MM. de Mas et Vétillard, ingénieurs des ponts et chaussées. 5 février 1879 (manuscrit).

Bertin, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Douai, 26 février 1879 (manuscrit).

Berthet, ingénieur des ponts et chaussées. Valenciennes, 27 janvier 1880 (autographié).

Quinette de Rechemont, ingénieur en chef des ponts et chaussées. 11 février 1880 (autographié).

G. Cadart, ingénieur des ponts et chaussées. Langres, 19 février 1881 (imprimé).

le sens du canal, de telle sorte que la position supérieure du sas aval corresponde à la position inférieure du sas amont (voir l'épure de l'ascenseur longitudinal, pl. 60, fig. 3 à 5).

Dans ce cas, une surcharge permanente dans le sas aval, sensiblement égale au poids de la colonne d'eau de la presse supérieure, rétablit le système dans les conditions d'équilibre de la disposition à sas parallèles.

Il paraît jusqu'à présent convenable, pour des motifs de construction, de ne pas donner aux pistons une course supérieure à 20 mètres. La différence de niveau des biefs, dans le cas d'une application de l'ascenseur transversal ou à sas parallèles, ne dépassera donc pas 20 mètres, et l'élévateur pourra fonctionner comme une écluse double, si un bateau monte pendant qu'un autre descend.

L'ascenseur longitudinal, qui fait l'office d'une écluse simple, permet de racheter des chutes doubles de celles de l'ascenseur transversal.

On estime que la durée du passage d'un bateau de 300 tonnes par une branche de l'ascenseur transversal variera de 10 à 15 minutes, et que le passage par les deux branches de l'ascenseur longitudinal ne durera pas plus de 20 à 25 minutes, les manœuvres d'entrée et de sortie des bateaux s'effectuant au moyen de cabestans hydrauliques.

Observons ici que la faible chute (3 à 4 mètres) des écluses simples ne permet généralement pas de se servir d'autres moyens de traction que des moyens habituels (hommes ou chevaux) et que la durée du passage par l'écluse, même avec une augmentation de section et des dispositions spéciales pour opérer rapidement le remplissage et la vidange du sas, ne peut être inférieure à 25 minutes.

Il semble inutile d'insister sur les avantages qu'il y a à adopter, pour de grandes dénivellations, la disposition longitudinale, toutes les fois que l'importance du trafic ne justifie pas l'application de l'ascenseur transversal.

Nous supposons, dans les comparaisons que nous aurons à faire entre le système des ascenseurs et celui des écluses, qu'il s'agit de bateaux de 300 tonnes, et que la chute moyenne des écluses étant de 3 mètres, l'élévation moyenne des ascenseurs avec branches conjuguées longitudinalement est de 30 mètres.

**Systeme d'élévation à adopter suivant la configuration**

**du sol.** — Les petites ondulations de la plaine et les vallées à pentes douces se prêtent parfaitement à l'établissement des écluses à sas ; on ne pourrait même pas racheter différemment les pentes faibles sans augmenter outre mesure le cube des terrassements ou sans dépasser le coût d'établissement de l'écluse ordinaire ; la hauteur rachetée par l'écluse, quoique faible, correspond dans ce cas à une longueur de bief suffisante pour de bonnes conditions de navigation.

Mais si la pente augmente, les écluses sont multipliées, les biefs deviennent courts et nécessitent des élargissements ou des approfondissements ; souvent même on est obligé d'accoler plusieurs écluses à la suite, et alors, la plus grande consommation d'eau d'une part, la réduction de la puissance de trafic de l'autre, placent le canal dans des conditions d'infériorité marquée. On n'atténue ces inconvénients qu'en augmentant les frais de l'alimentation et en doublant les échelles d'écluses.

Dans les contrées plus accidentées, ces inconvénients seraient encore plus accusés et la voie navigable ne soutiendrait même pas la concurrence avec les chemins de fer. On abandonne alors l'étude de ces tracés, souvent plus directs, mais défectueux au point de vue des transports, pour en chercher d'autres qui évitent les difficultés de terrain en les contournant.

C'est dans les régions accidentées que l'application des ascenseurs devient nécessaire ; elle modifie les conditions d'établissement et d'exploitation du canal en permettant de suivre le tracé direct, et en conservant à ce tracé les avantages d'une bonne navigation.

Les frais de traction d'un chemin de fer établi dans ces contrées se ressentent du nombre et de l'importance des déclivités du profil en long, tandis que le bateau, traîné dans des biefs horizontaux, passe de l'un à l'autre au moyen d'ascenseurs qui lui font franchir 30 mètres en moins de temps qu'il en faut pour traverser une écluse simple de 3 mètres ; l'élévateur hydraulique est bien l'unique engin compatible avec des transports économiques en pays de montagne.

**Propriétés et avantages des ascenseurs.** — La propriété caractéristique de l'ascenseur, celle d'élever rapidement les bateaux à une grande hauteur, a donc pour effet d'abaisser virtuellement les altitudes sous le rapport du temps nécessaire pour les franchir.

Relativement au temps qu'exigerait l'élévation par écluses sim-

ples, cet abaissement est d'environ les  $\frac{9}{10}$  de la hauteur, c'est-à-dire qu'on peut atteindre aussi vite la cote 1,000 avec les ascenseurs que la cote 100 avec les écluses simples.

Nous avons déjà dit, mais en d'autres termes, que les ascenseurs permettraient d'établir des canaux là où l'allongement virtuel dû au système des écluses simples ou en chapelets les aurait rendus commercialement défectueux.

Mais même si l'adoption des écluses dans les régions accidentées donnait une solution satisfaisante, il conviendrait d'étudier l'application des ascenseurs, car ces engins peuvent encore améliorer les conditions du tracé au point de vue de sa longueur réelle et de l'allongement virtuel et faciliter, par la création de biefs plus longs, le développement de la traction mécanique. Le nouvel appareil a donc une influence favorable sur les principaux éléments du prix du fret.

Les ascenseurs réduiront la longueur réelle du tracé, puisqu'en augmentant les différences de niveau entre les biefs consécutifs ils permettront de suivre la voie la plus courte, d'aborder sans détours les versants qui conduisent au bief de partage ou bien les divers étages des terrains rencontrés.

Ils réduiront également l'allongement virtuel donné par le système des écluses simples jusque dans la proportion de  $\frac{9}{10}$ . En effet, la durée du passage par une écluse de 3 mètres de chute correspondant à 1 kilomètre de chemin parcouru en canal, le passage par un ascenseur de 30 mètres d'élévation, n'exigeant pas plus de temps, représentera également 1 kilomètre, et, la hauteur totale à franchir dans les deux hypothèses étant la même, l'allongement virtuel dû aux ascenseurs ne sera que le  $\frac{1}{10}$  de celui qui résulterait de l'emploi des écluses.

Il résulte, de ce que les durées du passage par une écluse et un ascenseur sont les mêmes, que les canaux établis suivant les deux systèmes, propres chacun à des configurations différentes du sol, pourront se souder sans modifier l'économie générale des transports, puisqu'ils auront la même puissance de trafic.

Les ascenseurs se prêtent commodément aux ressauts brusques du terrain, non seulement à cause de leur grande chute, mais encore parce que leur faible consommation d'eau permet de réduire la longueur des biefs à ce qui est absolument nécessaire au croisement des bateaux et que la longueur restreinte de l'appareil par rapport à la

hauteur franchie donne la facilité de plier le tracé suivant les exigences du terrain.

Profitant de ces conditions d'établissement, il sera possible d'étager des ascenseurs, sans grandes difficultés ni travaux extraordinaires, sur des versants ondulés et de racheter avec une faible longueur de tracé des différences de niveau considérables.

On a pu, dans l'avant-projet du canal de la Garonne à la Loire supérieure, franchir 310 mètres de hauteur au moyen de 10 ascenseurs étagés sur une longueur de canal de 6 kil. 500 seulement (voir les plans, profil en long et de détails de l'application des ascenseurs sur le terrain, pl. 60, fig. 1 et 2).

Bien que la consommation d'eau des éclusées ordinaires soit généralement faible par rapport aux pertes du canal par filtrations et évaporation, son importance augmentant en raison du trafic et du nombre des écluses accolées en chapelet, on serait souvent bien aise de pouvoir la réduire, surtout dans le voisinage des points de partage à bassins peu étendus.

Sous ce rapport, les ascenseurs donnent encore la solution.

Tandis qu'une écluse simple pour bateau de 300 tonnes et de 3 mètres de chute consomme environ 600<sup>mcs</sup> par passage, l'ascenseur transversal ou longitudinal n'exige que 60<sup>mcs</sup> et même 20<sup>mcs</sup> avec l'emploi de réservoirs compensateurs (voir la description de l'ascenseur des Fontinettes, pl. 59, fig. 10).

Il semble que la nécessité toujours croissante des transports à bon marché conduira à généraliser, dans un avenir peu éloigné, l'emploi des ascenseurs, pour combler les lacunes que présente le réseau des voies navigables dans les régions accidentées et sur les plateaux.

**Sécurité qu'offrent les ascenseurs.** — Si les avantages des ascenseurs sont incontestables, leur application sur une grande échelle présente-t-elle les mêmes garanties de sécurité que les écluses, qui sont des appareils simples et rustiques, faciles à entretenir et à réparer et fonctionnant même quand ils sont en médiocre état ?

On peut répondre en invoquant les témoignages de constructeurs qui n'hésitent pas à garantir l'exécution et le bon fonctionnement de ces engins, ainsi qu'à ceux des ingénieurs qui se sont spécialement occupés de la question; mais étant admis qu'on peut exécuter des presses

résistant à des efforts considérables <sup>1</sup>, tandis que celles projetées pour les ascenseurs, en France, ne travaillent qu'à 28 atmosphères, on ne conçoit pas comment, avec une verticalité parfaite des presses et un nombre suffisant de guidages rigides, l'appareil pourrait manquer.

Les sas se font équilibrer à la fin de la course que limite, en tout cas, un mouvement automatique de la valve de communication des presses, et, pourvu que le mouvement de l'eau entre les presses soit interrompu, dans la position d'équilibre comme en tout autre point de la course, les sas sont absolument fixes et stables.

Puisque les éléments principaux de l'ascenseur, sas et presses, permettent une confiance absolue, lors même que, par l'effet du temps et de l'usure, les accessoires tels que valves, chaînes, poulies, etc., devraient être remplacés, il suffira de prendre les dispositions convenables et d'avoir toujours sous la main quelques pièces de rechange pour éviter tout chômage.

**Dépenses de construction.** — Le coût d'établissement d'un ascenseur à deux branches transversales ou longitudinales, pour bateaux de 300 tonnes, peut être évalué moyennement à 4,200,000 francs, dans lesquels le prix de la partie métallique, pesant de 1,000 à 1,200 tonnes, figure, au cours du jour, pour environ 600,000 francs.

Comparant le prix d'un ascenseur longitudinal de 30 mètres de hauteur à celui de 10 écluses de 3 mètres estimées à 90,000 francs chaque, on trouve une économie de 300,000 francs par 30 mètres d'élévation en faveur des écluses.

Mais, pour des applications isolées, les inconvénients des chapelets d'écluses commanderont, dans bien des cas, l'emploi des élévateurs hydrauliques et la question de dépense devient secondaire.

Dans une application générale des ascenseurs, l'intérêt (soit 15,000 francs) de l'excédent des frais d'établissement sera largement compensé par l'économie réalisée sur le prix du fret, puisque, en comptant une économie de 1 centime par écluse que l'ascenseur supprime, soit de 9 centimes par ascenseur, il suffira que le trafic atteigne 167,000 tonnes pour retrouver les 15,000 francs sous une autre forme; nous ne faisons même pas entrer en ligne de compte les bénéfices qui résultent

1. Au levage du pont de Britania les presses supportaient 573 atmosphères; au dock Victoria, elles sont soumises à 315 atmosphères; au dock de Bombay à 212 atmosphères; au dock de Malte à 165 atmosphères.

teront des longs biefs et de la réduction de la longueur réelle du tracé, conséquences de l'ascenseur.

Dans tous les cas, la durée des éléments principaux de l'ascenseur, que M. Clark évalue à plus de cent ans, ne donnera lieu qu'à un amortissement minime.

**Frais d'exploitation et d'entretien.** — Les dépenses d'exploitation, d'entretien et de grosses réparations d'un ascenseur seront probablement supérieures à celles de deux ou de trois chaînes d'écluses, mais nous pensons qu'elles se rapprocheront beaucoup de celles de dix écluses simples dont l'ascenseur peut tenir lieu.

Les frais annuels d'entretien, d'exploitation et de grosses réparations d'une écluse simple peuvent être évalués à 1,250 francs, soit 12,500 francs pour dix écluses simples.

Le personnel d'un ascenseur à deux branches se composera de trois hommes, et leur salaire s'élèvera à 4,500 francs environ. Il reste donc 8,000 francs pour l'entretien des sas et des presses, de l'accumulateur, de la machine à colonne d'eau et le renouvellement à de longs intervalles de quelques organes, tels que clapets, valves, poulies, chaînes, etc.

La plus forte dépense d'entretien sera affectée à la peinture des parties métalliques; le graissage des pistons, guides et organes de transmission du mouvement des portes et des valves, ainsi que le renouvellement des presse-étoupes seront fort peu dispendieux.

On commettrait une grande erreur en déduisant les frais d'entretien et d'exploitation des ascenseurs projetés de ceux de l'ascenseur d'Anderton, qui se trouve dans des conditions spéciales : là, le sas descendant s'immerge dans le bief d'aval et perd de son poids, dès lors, le sas ascendant ne peut plus achever sa course sans l'intervention d'une force extérieure. Cette force est produite par des pompes à vapeur qui chargent un grand accumulateur. La mise en activité et l'entretien de ces pompes sont fort coûteux.

Dans les nouvelles dispositions, le sas repose, au bas de sa course, sur une cale sèche et l'intervention d'une force extérieure n'est plus nécessaire.

L'accumulateur a, dans ce cas, pour objet de réparer les pertes d'eau causées par les fuites et d'actionner les portes et les cabestans, et la machine à colonne d'eau qui le charge n'exige qu'un faible

entretien. La force motrice est fournie par la chute d'eau que crée l'ascenseur.

Ainsi l'absence de toute machinerie compliquée et la possibilité de réduire le personnel à un mécanicien et deux manœuvres pour mettre en mouvement l'ascenseur, l'accumulateur, la machine à colonne d'eau, les appareils de levage des portes et les cabestans hydrauliques pour le déplacement des bateaux, permettent d'affirmer que les frais d'entretien et d'exploitation de l'ascenseur ne seront guère supérieurs à ceux de dix écluses simples.

### ASCENSEURS A DEUX VOIES

Les ascenseurs pour bateaux de fort tonnage dont la construction est décidée sont : celui des Fontinettes (sur le canal de Neuffossé, près de Saint-Omer), et les quatre ascenseurs du canal de Bruxelles à Charleroi.

Les projets en ont été dressés par les ingénieurs anglais bien connus, MM. L. Clarck, Standfield et E. Clarck ; semblables dans leurs dispositions principales à l'appareil d'Anderton, ces ascenseurs comporteront deux sas parallèles supportés, chacun, par un piston de presse hydraulique. Ils feront l'office d'écluses doubles, avec cette différence que, dans une chaîne d'écluses doubles, chaque escalier peut, pour accélérer la marche, ne desservir que les bateaux allant dans un même sens (les bateaux peuvent alors se suivre avec l'intervalle d'un sas libre), tandis que, pour éviter une course inutile des pistons, chaque branche de l'ascenseur devra faire passer alternativement des bateaux dans les deux sens.

**Ascenseur des Fontinettes.** — L'avant-projet de l'ascenseur des Fontinettes a été décrit dans la *Revue industrielle*, 5 octobre 1881, n° 40 (voir le dessin, pl. 59, fig. 8 à 10). Quelques modifications de détail y ont été apportées depuis :

Dans l'origine, les biefs et les sas devaient être munis à leurs extrémités de portes se rabattant vers l'intérieur. Le conseil général des ponts et chaussées a préféré le système des portes levantes, déjà en usage à Anderton ; ce système réduit la longueur des sas et par suite celle de l'ouvrage ainsi que la charge sur les pistons.

On compte appliquer au levage des portes une disposition analogue à celle adoptée pour l'élévateur funiculaire du *Great-Western Canal* (Angleterre). Lorsque les portes des sas mobiles sont en présence de celles des biefs, on les rend solidaires au moyen de verrous, et un appareil de levage hydraulique appliqué aux portes des biefs effectue le mouvement de l'ensemble.

La conduite de communication des presses portera une valve fonctionnant automatiquement de manière à arrêter le mouvement de chaque sas au bas de sa course et à prévenir tout choc sur la cale sèche.

**Description sommaire.** — Chaque sas se compose de deux poutres en tôle, de forme d'égale résistance, armées de contreforts du côté extérieur et reliées, à leur partie inférieure, par des entretoises sur lesquelles repose un bordé de 10 millimètres.

La longueur du sas est de 40<sup>m</sup>,60, sa largeur de 5<sup>m</sup>,60 ; le mouillage normal est de 2 mètres.

Le profil convexe des poutres est tourné vers le bas, les semelles horizontales, garnies de consoles, portent des passerelles de service de 90 centimètres de largeur.

Les entretoises sont remplacées dans la partie centrale par des sommiers fortement contreventés auxquels est fixée la tête évasée du piston.

Chaque sas est, en effet, supporté par un piston unique ; l'emploi de plusieurs pistons par sas aurait de graves inconvénients, car, pour la moindre dénivellation des pistons, l'eau se porterait d'un côté et tendrait à augmenter l'obliquité du sas.

Chaque branche mobile, avec eau, pèse environ 800 tonnes.

La chute ratchetée est de 13<sup>m</sup>,13.

Les pistons, de 2 mètres de diamètre, sont en fonte ; ils se composent de tronçons à emboîtement et à brides intérieures ; leur épaisseur est calculée pour un coefficient de résistance de 5 kilogrammes par millimètre carré.

Les corps de presse, de 2<sup>m</sup>,04 de diamètre intérieur, sont également en fonte, travaillant à 2 kilogrammes par millimètre carré ; ils sont formés comme les pistons de tronçons à emboîtement, mais à brides extérieures.

La pression, dans l'intérieur des presses, variera de 27 à 28 atmosphères.

Les corps de presse portent à leur partie supérieure un renflement dans lequel on loge des tresses en chanvre que comprime un presse-étoupes.

Les presses sont logées dans des puits cuvelés de 4 mètres de diamètre et reposent sur un massif de béton ; elles sont réunies à leur partie supérieure par un tuyau de 25 centimètres de diamètre intérieur, muni d'une valve qui permet de les isoler à volonté ou automatiquement.

Chaque presse peut également être mise en communication avec l'accumulateur ou le tuyau de décharge.

Le sas descendant ne s'immerge plus dans le bief d'aval, comme à Anderton, mais se loge dans une cale sèche.

Le canal est donc interrompu, en plan, sur la longueur occupée par le sas mobile.

Les extrémités des sas et des biefs sont munies de portes levantes équilibrées et guidées par des cadres métalliques ; l'intervalle compris entre deux portes voisines n'est que de quelques centimètres ; avant de les lever on établit l'égalité de pression sur les deux faces en ouvrant une petite valve située dans la porte du bief.

La hauteur libre entre le plan d'eau et l'arête inférieure de la porte levée doit être de 3<sup>m</sup>,70, ce qui oblige à donner à la porte une course d'environ 6 mètres.

Les joints des sas avec les extrémités des biefs sont formés par des cadres verticaux, en sorte que le mécanicien peut régler la position des sas suivant le niveau quelque peu variable des biefs, en les faisant monter ou descendre librement.

L'étanchéité de ces joints est produite par un tuyau en caoutchouc, fixé sur le cadre du bief, que l'on gonfle au moyen de l'eau sous pression fournie par un réservoir placé au-dessus de la chambre de manœuvre du mécanicien.

Un petit accumulateur à 30 atmosphères, destiné à mettre les presses en charge une première fois, à réparer les pertes d'eau causées par les fuites à travers les joints défectueux et à actionner les cabestans de manœuvre des bateaux et les appareils de levage des portes, est logé dans une des tours situées aux angles des sas et contre lesquelles sont adaptées des glissières de guidage.

Une machine à colonne d'eau, actionnée par la chute, maintiendra l'accumulateur en charge.

Deux réservoirs d'eau, dits compensateurs, de même hauteur et de même diamètre que la course et le diamètre d'un piston de presse, et situés dans les tours de guidage, communiquent par la base avec les sas mobiles au moyen de tuyaux articulés ou à joints télescopiques. L'équilibre des deux sas se trouve ainsi assuré dans toutes leurs positions, nonobstant le passage du volume d'eau d'une des presses dans l'autre. En effet, chaque sas et son compensateur formant vases communicants, il y aura toujours égalité de niveau entre leurs plans d'eau, de sorte que, pour chaque position conjuguée des pistons, les compensateurs auront versé dans un des sas et retiré de l'autre un volume d'eau égal à celui que les presses correspondantes auront simultanément perdu et reçu.

Cet appareil ingénieux limite la dépense en eau, qui forme surcharge dans le sas descendant et détermine le mouvement des pistons, à 20 tonnes environ, c'est-à-dire à ce qui est nécessaire pour vaincre les résistances passives.

Les compensateurs rendront de grands services toutes les fois que l'alimentation du canal sera peu abondante.

Le mécanicien se tient dans une chambre qui domine tout l'appareil et où se trouvent groupés les leviers de manœuvre des valves de communication tant entre les presses qu'entre chaque presse et l'accumulateur ou le tuyau de décharge.

L'exécution de l'ascenseur des Fontinettes a été confiée aux établissements Cail et C<sup>ie</sup>; les détails du projet ont été dressés par M. Barbet, ingénieur de la Société.

**Ascenseurs belges.** — Les quatre ascenseurs belges ne différeront du précédent que par les dimensions des sas, qui devront pouvoir contenir des bateaux de 400 à 450 tonnes. Chaque branche mobile pèsera environ 1,400 tonnes. Les portes seront rabattantes. Les sas seront guidés, aux angles, par des tours et, dans l'axe, par des charpentes métalliques.

**Ascenseur allemand** — Le gouvernement allemand fait faire l'étude d'un ascenseur hydraulique pour le canal projeté de l'Oder à la Sprée, mais on n'en connaît pas encore les dispositions.

## ASCENSEURS A SIMPLE VOIE

**Ascenseur du canal de la Marne à la Saône à branche unique équilibrée par un accumulateur.** — MM. Clark, Stanfield et Clark avaient présenté, pour le canal de la Marne à la Saône (à Hueilley-Cotton), une étude d'ascenseur à simple voie, formé de deux branches conjuguées, disposées dans le sens du canal sur deux étages successifs et séparées par un bief intermédiaire; mais la faible pente du terrain donnait à ce bief une trop grande longueur, en sorte que, pour éviter les désavantages d'une longue conduite de communication, ces ingénieurs dressèrent un nouveau projet comprenant deux ascenseurs distincts, séparés par un bief. Chaque ascenseur rachète une chute de de 20<sup>m</sup>,50 et se compose d'un sas unique équilibré par un grand accumulateur.

**Ascenseur longitudinal du canal de Tornavento à Milan, avec bassin de croisement entre les deux branches.** — Les mêmes ingénieurs ont encore projeté un ascenseur longitudinal pour le canal de Tornavento à Milan.

Il se compose de deux branches conjuguées, rachetant chacune, une chute de 19<sup>m</sup>,30 et séparées par un bassin de croisement que longe le tuyau de communication des presses.

**Ascenseur longitudinal avec sas bout à bout.** — Il y a avantage, aux points de vue de la surveillance, du nombre d'employés nécessaires et de la dépense d'établissement, à rapprocher les deux sas bout à bout, lorsque le bassin intermédiaire n'est pas nécessité par une pente insuffisante du terrain qui, avec la disposition des sas bout à bout, conduirait à des terrassements considérables et même à l'exécution d'ouvrages d'art spéciaux.

La présence d'un bassin de croisement entre les deux branches augmenterait nécessairement la puissance de trafic du canal en ce point, mais comme l'ascenseur est généralement commandé par des écluses pour lesquels la durée de passage est encore supérieure à celle de l'ascenseur avec sas bout à bout, l'avantage du bassin de croisement

perd son importance ; il ne peut être pris en considération que pour certaines conditions locales de trafic.

On remarquera d'ailleurs que l'allongement virtuel dû à un ascenseur avec bassin intermédiaire sera plus considérable que pour un ascenseur avec sas bout à bout.

**Application au canal projeté de la Garonne à la Loire supérieure.** — Le tracé du canal de Bordeaux à Diou (canal latéral à la Loire), projeté par M. Rozat de Mandres, inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite, traverse les départements de la Corrèze et du Puy-de-Dôme en s'élevant sur les plateaux au moyen d'ascenseurs avec sas bout à bout que le relief du sol permet d'établir sans grandes difficultés. Le système des sas bout à bout a l'avantage d'être plus économique que les autres types d'ascenseurs, tout en conservant au canal, qui comporte des écluses simples de 3 mètres de chute dans les vallées à faible pente situées de part et d'autre du massif central, la même puissance de trafic sur tout le parcours.

Il est à remarquer que l'économie des transports ne permettait pas d'effectuer la traversée des terrains primitifs de l'Auvergne au moyen d'écluses simples ou en chapelets. Leur nombre aurait été tel que l'allongement des longueurs réelles et virtuelles du tracé, qui en était la conséquence, le rendait inférieur, quant à la jonction de Bordeaux avec le canal du centre, aux projets contournant le massif central.

Le nombre des ascenseurs projetés est de 32 dont 17 sur le versant de la Dordogne rachetant une hauteur de 526 mètres et 15 sur le versant de l'Allier franchissant 467 mètres. Ils tiennent lieu de 320 écluses de 3<sup>m</sup>,40 de chute.

Le bief de partage est à la côte 716 mètres (voir le profil en long général, pl. 60, fig. 2).

Les 17 ascenseurs d'une part et les 15 ascenseurs de l'autre élèvent les bateaux à cette cote en aussi peu de temps qu'il en faudrait pour le passage de 17 et 15 écluses simples de 3 mètres, mais ces dernières ne permettraient de racheter que le  $\frac{1}{10}$  environ des hauteurs franchies (526 mètres et 467 mètres), de sorte que, par rapport à la durée d'élévation par écluses, l'altitude du bief de partage se trouve virtuellement abaissée, par les ascenseurs, aux cotes de 242<sup>m</sup>,60 et 295<sup>m</sup>,70 (voir le profil en long virtuel, pl. 60, fig. 2).

Chaque ascenseur rachète une chute totale qui varie de 26 mètres à

41 mètres, elle est en moyenne de 31 mètres et la course moyenne d'une branche est de 15<sup>m</sup>,50.

Les ascenseurs conjugués ou couples d'ascenseurs sont toujours séparés les uns des autres par des biefs à deux voies permettant le croisement des bateaux comme entre deux écluses ordinaires.

Ils ont permis de s'élever rapidement du fond des vallées de la Dordogne (à Argentat) et de l'Allier (près Billy) sur les plateaux et de s'y développer en longs biefs, de 12 à 53 kilomètres, limités par les étages successifs que rencontre le tracé.

Les éléments de l'ascenseur conjugué longitudinalement avec sas bout à bout seront semblables à ceux des Fontinettes ; les sas reposeront au bas de leur course sur des cales sèches ou plates-formes, le canal se trouvera donc remplacé sur la longueur de 80 mètres environ par deux sas mobiles de 40 mètres, alternativement en communication entre eux et avec les biefs respectifs.

On ménagera, en amont et en aval de l'ascenseur, des alignements droits de 40 mètres, dans le prolongement des sas, pour l'entrée et la sortie des bateaux ; ce qui portera l'alignement droit nécessaire à l'établissement d'un ascenseur longitudinal avec sas bout à bout à 160 mètres seulement.

**Description sommaire.** — Les sas métalliques de 40<sup>m</sup>,60 de longueur seront supportés chacun par un piston unique de 2 mètres de diamètre ; ils auront une largeur de 5<sup>m</sup>,80 et un mouillage de 2<sup>m</sup>,20, non compris la tranche d'eau supplémentaire formant surcharge ; le déplacement du bateau de 300 tonnes sera ainsi facilité par un jeu d'au moins 40 centimètres sur son pourtour.

Les portes des sas et des biefs seront levantes et mues par un appareil hydraulique, comme aux Fontinettes.

Les presses, distantes entre elles de la longueur d'un sas, seront établies à des niveaux dont la différence égalera la moitié de la hauteur totale à racheter.

Les sas et les presses seront identiques.

Une conduite horizontale, disposée sur le fond d'une galerie voûtée et s'embranchant à la partie inférieure de la presse d'amont et à la partie supérieure de la presse d'aval, permettra d'établir ou d'interrompre la communication entre les presses au moyen d'une valve actionnée

par le mécanicien ou automatiquement par le mouvement des sas arrivant au bas de la course.

Des murs de chute soutiendront les terres à l'amont de chaque sas. Un mur de garde établi sous la tête du bief aval s'opposera aux infiltrations sous la cale sèche correspondante. Les ascenseurs se trouvant d'ailleurs généralement disposés à flanc de coteau, l'assainissement des fondations sera facilement réalisé au moyen de drains qui annuleront les sous-pressions.

Les presses logées dans des puits cuvelés reposeront sur des fondations incompressibles ; leurs têtes seront fortement reliées à un gros massif de maçonnerie de la partie centrale des cales sèches, de façon à assurer leur verticalité.

Les sas seront guidés dans l'axe et aux angles par de longs patins glissant sur des guidages métalliques adaptés aux murs de chute, aux tours et, dans l'axe des sas, à des charpentes métalliques ou piliers en maçonnerie.

Les tours et les piliers de guidage seront reliés entre eux par des passerelles de contreventement établies au niveau des trottoirs des sas dans leur position supérieure.

Les tours centrales contiendront un petit accumulateur actionné par une machine à colonne d'eau et remplissant les mêmes fonctions qu'aux Fontinettes.

Les tours extrêmes renfermeront des escaliers qui donneront accès aux passerelles de contreventement.

L'étanchéité du joint entre les sas lorsqu'ils sont bout à bout, ainsi qu'entre chaque sas et la tête du bief correspondant, sera obtenue par les dispositions décrites pour l'ascenseur des Fontinettes.

Les leviers et roues de manœuvre des valves seront groupés dans une chambre placée dans une des tours centrales.

Des cabestans hydrauliques, établis aux trois étages de stationnement des sas, sur les maçonneries et les passerelles transversales, permettront de manœuvrer les bateaux, dans les deux sens, avec précision.

L'alimentation abondante du canal projeté a permis de supprimer les réservoirs compensateurs employés aux Fontinettes et en Belgique et dont le fonctionnement semblerait, par la complication des joints articulés des tuyaux, nécessiter un entretien spécial.

Lorsqu'on supprime les compensateurs, les variations du volume

d'eau dans chaque presse, pendant le fonctionnement, obligent à introduire dans le sas qui produit le mouvement un poids d'eau dépassant celui de la colonne d'eau d'une presse de la quantité nécessaire pour vaincre les résistances passives, en sorte que le volume d'eau dépensé pour chaque passage par un ascenseur de 30 mètres sera d'environ  $60\text{m}^3$  contre 15 à  $20\text{m}^3$  nécessaires aux Fontinettes.

La charge qui détermine le mouvement est de plus de 100 tonnes au départ, mais elle décroît à mesure que le volume d'eau d'une des presses passe dans l'autre et se réduit à la fin de la course à la charge nécessaire pour vaincre les résistances passives (10 à 20 tonnes). Il suffira d'ailleurs pour éviter une trop grande vitesse à l'origine du mouvement d'ouvrir graduellement la valve de communication des presses.

Des déversoirs établis dans les biefs amont et aval maintiendront les plans d'eau à des niveaux fixes.

De même qu'aux Fontinettes, le mécanicien pourra régler la position des sas; il lui suffira d'isoler les presses et de les mettre chacune en communication, soit avec l'accumulateur, soit avec l'extérieur pour élever ou abaisser un peu les sas et les amener au point voulu. Ce réglage étant obtenu une première fois après tâtonnement, des repères fixes établis à la vue du mécanicien et correspondant à des repères mobiles avec les sas faciliteront ultérieurement ces manœuvres à effectuer toutes les fois que des fuites auront fait varier le volume d'eau emprisonné dans les presses.

Les chemins de halage des biefs amont et aval d'un ascenseur seront reliés par un chemin de service qui servira au passage des chevaux.

**Personnel d'exploitation.** — Le personnel se composera, comme pour un ascenseur transversal, de trois hommes : un mécanicien pour actionner les valves et charger l'accumulateur et un homme par sas pour effectuer les manœuvres des joints, des portes et des cabestans.

**Conditions du mouvement des sas.** — Supposons chaque sas au niveau du bief correspondant et faisons abstraction des résistances passives.

Soit  $2H$  la chute totale;  $H$  la course d'un piston.

$P$  le poids du piston et du sas contenant le volume d'eau normal.

$p$  le poids d'une colonne d'eau de hauteur  $H$  ayant la section du piston pour base.

Ouvrons la valve  $v$ , le mouvement commencera en vertu de la charge initiale  $2p$  due à la différence de niveau des pistons; il s'arrêtera lorsque les sas seront bout à bout, car la pression sous chaque piston aura alors la même valeur ( $P - p$ ) (voir pl. 60, fig. 7).

Pour produire le mouvement inverse, on ajoutera au sas aval une surcharge temporaire  $2p$  qui élèvera le sas amont jusqu'au bief correspondant en équilibrant la colonne d'eau de hauteur  $2H$ .

Cette manière d'opérer exige que l'on fasse passer directement du bief amont dans le sas aval un poids d'eau  $2p$  pour chaque passage de bateau.

Il est préférable de donner au sas aval une surcharge permanente  $p$  et de faire passer successivement du bief amont dans le sas correspondant, puis de ce sas dans l'autre et enfin de ce dernier dans le bief aval une tranche d'eau supplémentaire d'un égal poids  $p$ .

Ainsi supposons encore les sas dans leurs positions extrêmes; surchargeons le sas aval de  $p$  (par du lest ou autrement) et déversons du bief amont dans le sas correspondant la tranche d'eau d'un poids  $p$ .

Ouvrons la valve  $v$ ; à l'origine du mouvement la pression sous le piston d'amont sera  $P + p$  et sous le piston d'aval  $(P + p - 2p) = (P - p)$ ; la différence des pressions sera de  $2p$ .

Lorsque les sas viendront en présence, il y aura équilibre, la pression sous les deux pistons étant la même et égale à  $(P + p - p) = P$ .

Isolons les presses et faisons passer la tranche d'eau  $p$  du sas amont dans le sas aval, puis ouvrons la valve de nouveau; les pressions sous les pistons seront: amont  $(P - p)$ , aval  $(P + p + p - p) = P + p$  et la charge au premier instant du mouvement inverse sera encore de  $2p$ .

L'équilibre se rétablira à la fin de la course car les pressions sous les pistons seront: amont  $P$ , aval  $(P + 2p - 2p) = P$ .

Fermons la valve et déversons la tranche d'eau supplémentaire  $p$  dans le bief d'aval en même temps que nous en introduisons une nouvelle dans le sas amont; l'appareil sera prêt pour une nouvelle manœuvre.

Cette dernière manière de procéder a l'avantage de ne pas consommer plus d'eau  $p$  qu'un ascenseur transversal sans compensateurs et de ne pas exiger de disposition spéciale pour le déversement de la

tranche supplémentaire, puisqu'elle passe successivement dans les deux sas.

Pour un ascenseur longitudinal de 30 mètres avec pistons de 2 mètres le poids  $p$  est de 47 tonnes.

On ajoutera à la surcharge mobile  $p$  dix à quinze tonnes pour vaincre les résistances passives, soit donc un total de 60 tonnes environ. Ce supplément, qui dépendra en partie du degré de serrage des presse-étoupes, sera fixé par l'expérience.

La tranche d'eau supplémentaire d'un poids de 60 tonnes aura une épaisseur de près de 25 centimètres.

**Course des pistons.** — Pour que le sas amont puisse recevoir cette tranche, il faut que son plan d'eau normal se trouve en contre-bas de celui du bief, de l'épaisseur  $x = 25$  centimètres.

La même différence de niveau devra exister entre les plans d'eau normaux des deux sas en présence (voir pl. 60, fig. 6).

La course de chaque piston sera donc égale à  $(H - x)$  ou à  $14^m,75$  dans le cas de  $2H = 30$  mètres.

**Poids d'une branche mobile dans le cas de  $2H = 30$  mètres et pression dans les presses.** — La présence d'un bateau dans le sas n'en modifie pas le poids.

On aura :

Poids du sas (230 tonnes) et du piston (70 tonnes) environ . . . . .	300 tonnes
Poids du volume d'eau normal . . . . .	520 —
poids de la tranche d'eau supplémentaire . . . . .	60 —
	<hr/>
poids maximum de la branche d'amont . . . . .	880 —
surcharge permanente du sas aval . . . . .	47 —
	<hr/>
poids maximum de la branche d'aval . . . . .	927 —

La pression maximum dans les presses sera de  $28 \frac{1}{2}$  atmosphères.

**Manœuvres d'un bateau.** — Supposons les sas aux extrémités de la chute totale et un bateau dans le bief amont prêt à franchir l'ascenseur.

On remplit l'intervalle entre les portes du sas et du bief amont en ouvrant une petite valve établie dans la porte de ce bief; on lève simultanément les portes et le niveau s'égalisant entre le bief et le sas, la tranche d'eau supplémentaire est passée dans ce dernier; on introduit le bateau dans le sas en s'aidant du cabestan; on baisse les portes, on ouvre la valve de communication des presses et le sas amont descend tandis que le sas aval s'élève; lorsqu'ils se trouvent en présence, on isole les presses; on remplit l'intervalle entre les portes des sas, on lève ces portes, la tranche supplémentaire passe du sas amont dans le sas aval et le bateau pénètre dans le sas aval; on baisse les portes, on rouvre la valve des presses et le mouvement inverse a lieu; refermant la valve, faisant sortir le bateau après avoir versé la tranche supplémentaire dans le bief aval, l'appareil pourra recevoir un autre bateau.

Chaque bateau effectuera donc trois déplacements horizontaux et deux déplacements verticaux.

**Durée du passage.** — Quoique M. Clark estime la durée du passage total par l'ascenseur longitudinal avec sas bout à bout à 15 minutes, il convient de prévoir que chaque entrée ou sortie de bateau prendra 5 minutes et chaque montée ou descente 3 à 4 minutes, soit au total 23 minutes pour racheter une hauteur de 30 mètres.

Si deux bateaux se suivent dans la même direction, le second pourra pénétrer dans un des sas en même temps que le premier sortira du sas conjugué, de sorte que l'intervalle entre le passage des bateaux dans le même sens ne sera que de  $23 - 5 = 18$  minutes.

Il y a là une ressource pour augmenter la puissance de trafic de l'ascenseur.

Il est à remarquer que le passage d'un bateau d'un sas dans l'autre n'offrira pas plus de difficultés que dans tout ascenseur transversal (Anderton ou Fontinettes) où le sas supporté par son piston vient bout à bout avec l'extrémité d'un aqueduc métallique à une voie faisant suite au bief amont.

Complétons les descriptions des ascenseurs par le détail suivant commun à tous: lorsque les branches mobiles se mettent en mouvement, l'eau qui remplit l'intervalle des portes à la jonction des deux sas ou des sas avec les biefs respectifs, tombe dans des chéneaux fixés au-dessous des sas, d'où elle s'écoule par des tuyaux flexibles vers des points d'évacuation, pendant la course du piston.

## PRÉCAUTIONS A PRENDRE CONTRE LES GELÉES.

La faible consommation d'eau des ascenseurs et le peu de temps nécessaire pour franchir ces engins facilitant la traversée des faites, les points de partage des nouveaux canaux seront généralement à des altitudes plus élevées que celles des biefs de partage existants.

Dans tous les cas, d'ailleurs, il conviendra de prendre des mesures propres à soustraire les presses et les tuyaux aux effets des gelées.

A Anderton, les tuyaux exposés à l'air sont couverts d'une épaisse couche de feutre et munis de valves qui permettent de les vider au besoin.

Les presses sont dans des puits et le tuyau de communication est dans une galerie, le tout, au-dessous de la nappe d'eau de la rivière, se trouve ainsi naturellement protégé contre le froid. De plus, la Weaver coule dans un district salin et son eau employée pour les presses est, dit-on, fortement salée ; le point de congélation se trouverait ainsi retardé.

En fait, l'ascenseur d'Anderton n'a jamais donné lieu à de sérieuses préoccupations sous le rapport de la gelée.

Dans les nouveaux ascenseurs avec les cales sèches, préférables à tous égards, les presses aboutissent à l'air libre et, malgré les précautions usuelles et très simples qu'on peut prendre pour les mettre à l'abri du froid, la congélation de leur eau est à redouter, les grandes masses métalliques des cylindres et pistons facilitant la transmission des variations de la température extérieure.

Le moyen le plus sûr de prévenir la rupture des presses pendant les gelées permanentes qui entraînent le chômage du canal, serait, après avoir descendu les sas dans les cales sèches, de vider les presses entièrement ou seulement en partie de manière à abaisser le plan d'eau à une profondeur convenable.

En disposant le tuyau de communication des presses au bas d'une galerie souterraine, à une distance suffisante du plafond de la cale sèche, il sera facile de produire cet abaissement par les tuyaux de décharge qui s'embranchent sur le premier. La galerie souterraine aboutissant à l'intérieur d'une des tours ne deviendra pas une cause de transmission du froid.

Dans la disposition des sas bout à bout, le tuyau de communication, s'embranchant au bas de la presse d'amont, permettra de vider celle-ci presque entièrement.

Naturellement, les conduites accessoires et les appareils hydrauliques qui sont à la surface, devront être protégés, comme à Anderton, contre les abaissements subits de température et pouvoir être vidés pour les nuits froides ou les gelées permanentes.

Les surprises sont également à craindre pour les presses ; pour y parer, on retardera le point de congélation en dissolvant, par exemple, 10 à 12 pour 100 de glycérine dans l'eau des presses, de façon que la température de la surface du sol descendant au-dessous de 0°, on ait encore huit ou dix jours devant soi pour prendre les dispositions d'hivernage.

La dépense assez forte résultant de l'emploi de la glycérine ne se renouvellera évidemment pas chaque année ; lorsqu'on abaissera les sas et le plan d'eau des presses, les eaux de vidange seront recueillies dans un réservoir spécial et elles resserviront à charger les presses après le chômage d'hiver.

Il est presque inutile de rappeler que l'eau introduite dans les presses doit être privée de tous corps étrangers et qu'un des moyens de satisfaire à cette condition consiste précisément à utiliser toujours la même eau.

Quant aux sas, on les videra également, non seulement pour ne pas avoir à briser la glace au printemps, mais surtout pour éviter les effets des pressions latérales exercées sur les parois par la glace en formation sous les couches déjà existantes. Ces effets ont été observés dans les ponts-canaux, aussi les met-on généralement à sec pendant le chômage d'hiver. On profitera au surplus de ce que les sas sont vides pour les vérifier et les peindre.

## ACCIDENT D'ANDERTON

L'accident survenu le 18 avril dernier à l'une des presses de l'ascenseur d'Anderton, au moment où l'on poursuit l'exécution des ascenseurs des Fontinettes et belges, devait préoccuper les Administrations intéressées ; elles chargèrent des ingénieurs d'en étudier les causes.

Leurs rapports s'accordent pour attribuer ces causes à certaines dispositions spéciales à l'ascenseur d'Anderton et qui ont été évitées dans les nouveaux projets; ces ingénieurs concluent en déclarant que le récent accident ne doit pas porter atteinte à la confiance qu'inspire le principe même de l'appareil.

**Conditions dans lesquelles l'accident s'est produit. —**

L'ascenseur avait fonctionné régulièrement plusieurs fois le jour même de l'accident. Les sas occupaient leurs positions extrêmes, l'un au bas, l'autre au sommet de la course. Un bateau s'étant présenté à l'aval, le mécanicien, après avoir rempli l'intervalle entre la porte du sas supérieur et celle de l'aqueduc, levait cette dernière; elle était montée de 40 centimètres environ, lorsque le sas s'affaissa avec une vitesse que le mécanicien dit avoir été relativement faible; ce sas, qui ne contenait que le volume d'eau normal et par conséquent sans bateau, s'immergea dans le bief d'aval sans éprouver de dommage. Pendant cette chute une lame d'eau se déversait dans le sas par la porte soulevée. Une autre porte fermant l'extrémité de l'aqueduc à sa jonction avec le canal de Trent et Mersey, la perte en eau fut limitée au volume contenu dans l'aqueduc.

Un ouvrier se trouvait dans la galerie des presse-étoupes au moment de la rupture; il dit avoir vu un fort jet s'élançer par une fissure qui s'était déclarée au droit de la tubulure de jonction de la presse avec le tuyau de communication, puis avoir été projeté par une venue d'eau subite en dehors de la galerie dans le puits d'accès.

On a reconnu après épuisement qu'un morceau de l'anneau supérieur de la presse, côté amont, en avait été détaché et qu'une des cassures passait par l'orifice du tuyau de communication.

**Dispositions de l'ascenseur laissant à désirer au point de**

**vue de la sécurité. —** Les sas de 23 mètres de long sont guidés aux angles par des glissières fixées à des colonnes en fonte remplies de ballast et reliées entre elles par des entretoises et des contreventements; le pied de ces colonnes est noyé dans un massif de béton. L'ensemble de cette charpente métallique paraît néanmoins grêle.

Les sas présentent chacun, en élévation, une surface de 60<sup>m</sup>², exposée aux coups de vent; il peut en résulter des oscillations d'autant plus fortes qu'on est obligé de laisser un jeu entre les patins des sas

et les glissières correspondantes pour éviter les coincements et permettre la libre dilatation des sas.

Aussi l'addition de guidages solides de chaque côté du sas et dans son axe, limitant au minimum les oscillations possibles dans les deux sens, semble particulièrement utile, surtout pour des sas de 40 à 45 mètres de longueur.

Le joint étanche entre le sas et l'aqueduc est obtenu par une disposition spéciale.

Les cadres qui terminent l'aqueduc métallique et le côté correspondant du sas sont coupés suivant deux plans inclinés parallèles ; le cadre de l'aqueduc porte un boudin en caoutchouc, celui du sas une garniture en bois, de sorte que la compression du caoutchouc par le mouvement ascensionnel du sas assure l'étanchéité.

A son autre extrémité la course du sas est limitée par des taquets métalliques fixés à la charpente de guidage.

Ainsi d'un côté l'arrêt est fixe, de l'autre le boudin en caoutchouc le rend un peu variable.

Il est vrai qu'une soupape de sûreté, disposée près du cadre incliné de l'aqueduc, limite la compression du boudin ; lorsque le mécanicien n'interrompt pas à temps la communication entre l'accumulateur et la presse du piston montant, le sas vient butter contre la soupape dont le jeu arrête aussitôt le mouvement.

Mais cette précaution limite sans annuler complètement les efforts qui peuvent résulter de la disposition indiquée et être reportés à la jonction du piston et du sas et contre le presse-étoupe de la presse.

Dans les nouveaux projets, la course du sas n'est plus limitée que par la fermeture automatique de la valve de communication des presses.

Les taquets fixes sont supprimés et le joint des abouts des sas et des biefs est vertical, en sorte qu'aucune force extérieure n'agit de ce chef à l'une des extrémités du sas.

L'anneau supérieur d'une presse d'Anderton porte à sa base une large bride qui s'étend en forme de plateau au delà du cuvelage du puits dont elle bouche l'orifice.

On avait ménagé, au moment de la mise en place, un petit intervalle entre ce plateau et le cuvelage, mais on a reconnu après l'accident, qu'à la suite d'un tassement de la presse plus considérable que celui prévu, le plateau reposait sur le cuvelage par une *partie* de sa

circonférence (le cuvelage et la presse n'étant pas parfaitement parallèles par vice de construction).

Ce porte à faux auquel M. Clark attribue en partie l'accident, sera évité dans les nouvelles presses, en fermant l'orifice du puits par un plancher indépendant.

Une autre condition défavorable de l'ascenseur d'Anderton réside dans le renouvellement continu de l'eau des presses.

A chaque manœuvre de l'appareil, l'accumulateur est mis en action pour faire achever au sas la course ascendante, tandis qu'un égal volume d'eau s'échappe de la presse conjuguée pour l'immersion du sas descendant.

Le vide entre les parois du cylindre et du piston des presses est, par construction, de moins de 0<sup>m</sup>,02; un défaut de centrage et les tubercules de rouille peuvent le réduire encore, en certains points; si des précautions suffisantes ne sont pas prises, un corps étranger peut pénétrer dans une presse, se maintenir entre le piston et le cylindre, suivre le piston dans son mouvement ascensionnel et finalement, se coinçant entre les parois, transmettre des efforts capables d'en déterminer la rupture.

L'emploi des cales sèches supprime presque entièrement le renouvellement de l'eau des presses.

Remarquons encore que les presses et les tuyaux n'ont été essayés avant la mise en place qu'à 45 atmosphères. Il eût été prudent, malgré l'uniformité du travail qu'ils devaient produire, de les soumettre à une pression au moins double (72 atmosphères) de la pression normale.

**Rupture expérimentale de la 2<sup>me</sup> presse.** — Pour vérifier l'état de la 2<sup>me</sup> presse, on l'a soumise à une charge d'épreuve croissante; elle a cédé sous une pression de 54,5 atmosphères et la fente de 5 à 6 millimètres d'épaisseur s'est encore produite dans l'anneau supérieur; cette fente suit, comme une des cassures de la première presse, la génératrice du cylindre qui passe par le centre de l'orifice du tuyau de communication.

Cette concordance dénote que l'anneau de la presse qui porte la tubulure exige une étude et une exécution spéciales.

La deuxième presse s'est également affaissée et la large bride de l'anneau supérieur est venue en contact avec le cuvelage, mais pro-

blement sous l'action de la charge d'épreuve qui a déterminé la rupture.

Si ce tassement avait été simultané de celui de la première presse, on ne saurait attribuer la plus grande résistance de la seconde et la différence de caractère des ruptures dans les deux cas (éclat et fente) qu'à une meilleure qualité de la fonte.

**Détails relatifs à la rupture de la 1<sup>re</sup> presse.** — Le sas contenait, au premier instant de sa chute, le poids d'eau normal, correspondant à une pression de 36,2 atmosphères au sommet de la presse.

Il ne pouvait, en effet, y exister un excès de pression intérieure, puisque l'accumulateur avec lequel cette presse aurait pu être en communication à ce moment, si le mécanicien avait négligé de fermer la valve, est réglé pour donner une pression inférieure, à celle qui résulte de la charge du sas contenant la tranche d'eau supplémentaire de 15 tonnes.

Les pompes qui chargent l'accumulateur peuvent, il est vrai, être mises en communication directe avec les presses, mais on ne le fait jamais et on ne l'a pas fait le jour de l'accident.

Un excès de pression aurait d'ailleurs fait butter le sas contre la soupape de sûreté qui est en bon état.

L'anneau supérieur des presses de l'ascenseur d'Anderton est d'une forme compliquée; il porte un renflement annulaire pour loger le presse-étoupe; des nervures verticales, formant contreforts, s'appuient sur la large bride qui le termine à sa base; il est évidé du côté du tuyau de communication par un orifice circulaire de 127 millimètres de diamètre dont le pourtour a été renforcé par une surépaisseur de fonte. Toutefois, dans son ensemble, l'anneau supérieur paraît devoir être plus résistant que les autres.

Mais les changements brusques d'épaisseur qu'on remarque surtout au droit de la tubulure, ont pu donner naissance, par le retrait dû au refroidissement, à des tensions internes réduisant la résistance de la fonte en ce point.

D'ailleurs les cassures du morceau détaché de la première presse révèlent au pourtour de l'orifice une fonte de mauvaise qualité avec soufflures et appliques de fer forgé cachant les défauts.

Ainsi la section de moindre résistance de l'anneau supérieur, mise

en évidence par la rupture de la 2<sup>me</sup> presse, a encore été réduite dans la première par les défauts de la fonte.

Au moment de la rupture, les pressions intérieures étant celles indiquées plus haut, la première presse travaillait à 2<sup>k</sup>,8 par centimètre carré et la seconde à 4<sup>k</sup>,20; ces efforts étaient encore moindres dans la section passant par l'orifice. Le service que les presses ont rendu pendant sept ans ne permet cependant pas d'attribuer la rupture de la première aux défauts du métal; elle aurait eu lieu dès l'origine, à moins que, par l'effet du hasard, cette presse se soit trouvée dans la condition de travailler juste sous un effort voisin de celui de la rupture et que sous l'action de cette charge limite constante la cohésion des molécules ait diminué lentement jusqu'à devenir insuffisante.

On peut admettre que les presses ont été soumises à des forces extérieures qui, s'ajoutant aux pressions intérieures, les ont fatiguées; l'une s'est rompue en service, la seconde, plus résistante, a nécessité un excès de pression intérieure.

Ces efforts extérieurs ont pu croître depuis l'époque d'installation des presses et finalement déterminer la rupture de la plus faible ou bien se répéter fréquemment et changer l'état moléculaire de la fonte.

M. Clark pense que la rupture a été déterminée par le concours de plusieurs circonstances :

1° mauvaise qualité et mauvaise distribution du métal précisément au point faible (orifice de la tubulure);

2° affaissement graduel de la presse et par suite :

Contact partiel de la bride inférieure de l'anneau avec le cuvelage du puits, contact qui a déterminé un effort oblique transmis par les contreforts voisins au côté correspondant du presse-étoupe et contre lequel le piston a réagi;

Traction exercée sur la tubulure de l'anneau supérieur par le tuyau de communication des presses. Ce tuyau reposait, en effet, par son milieu, sur un appui solide supportant la valve et ne pouvait suivre la presse dans son mouvement de tassement; les gerçures horizontales que l'on voit dans le bas de l'anneau ont dû être produites par cet effort.

L'explication de M. Clark se fonde sur un tassement graduel de la presse, tassement qui aurait duré sept années quoique la pression sur

la fondation ait toujours été la même. Si l'on ne voulait admettre un tassement aussi prolongé sous une charge constante, il faudrait supposer que le contact de la bride a eu lieu dès les premières années, donnant ainsi naissance à des tensions limites insuffisantes pour briser l'anneau, mais dont l'effet continu diminuait de plus en plus la résistance de la fonte jusqu'à la rupture.

D'autres ingénieurs tout en constatant également les défauts de fonderie, attribuent l'accident à des causes extérieures différentes :

Les pistons de chaque sas sont guidés par deux presse-étoupes distants de 0<sup>m</sup>,75; l'un, inférieur, ferme le corps de presse, le second est disposé au plafond de la galerie d'accès qu'il protège contre les eaux du bief d'aval. Lorsque le sas, invariablement lié à la tête du piston, est au sommet de la course, les forces extérieures qui tendent à le faire osciller agissent à l'extrémité d'un bras de levier de 17 mètres.

D'ailleurs, le jeu qui existe entre les guides et les patins des sas et un défaut de centrage du piston avec son cylindre, font que la trajectoire des pistons guidés par les presse-étoupes, n'est pas parallèle à la direction des guides que les sas touchent en certain points et abandonnent en d'autres; dès lors, ces contacts des sas et leurs oscillations sous l'action du vent ou du déversement de la tranche supplémentaire, déterminent dans les presse-étoupes des réactions considérables, surtout lorsque par un concours de circonstances elles ont lieu dans le même sens.

A ces réactions peut encore s'ajouter celle qui résulte de la poussée de l'eau sur la porte aval du sas arrivé au sommet de la course, quand l'égalité de pression est établie sur les deux faces de la porte amont. Cette poussée s'élève à 5,175 kilogrammes et détermine dans le presse-étoupe inférieur une réaction, du côté amont, de 117,000 kilogrammes.

C'est précisément au moment où la poussée sur la porte d'aval existait que l'accident a eu lieu.

En résumé, ces ingénieurs concluent que le guidage imparfait des sas a causé la surcharge qui a soumis la fonte des têtes des presses à un travail éminemment variable pouvant dépasser accidentellement la limite d'élasticité du métal; de là, fatigue et diminution progressive de la cohésion des molécules et enfin la rupture des pièces après sept années de marche dans ces conditions.

Quoi qu'il en soit, que la rupture ait eu lieu par un concours de circonstances et d'efforts extérieurs continus et croissants ou à la suite d'efforts intermittents ou bien encore qu'à toutes ces conditions fâcheuses se soit jointe une cause fortuite (telle que l'introduction d'un corps étranger dans la presse), l'accident est dû à des imperfections, dans la construction et les détails du projet, qu'on peut éviter.

Des guidages rigides, en nombre suffisant, dirigeant les sas indépendamment du piston, un centrage et une verticalité parfaite des presses, des fondations incompressibles, et les modifications apportées dans les nouveaux projets garantiront dorénavant contre les inconvénients d'une rupture des presses ou des pistons.

Quant au point faible, révélé par la concordance des sections d'arrachement dans les deux presses, on pourra le combattre par le choix et par une disposition plus judicieuse du métal.

L'accident d'Anderton aura l'avantage de fixer l'attention des constructeurs sur quelques détails d'exécution sans diminuer la confiance que le système leur inspire.

Août 1882

*P.-S.* — Au moment où nous rédigeons cette Notice, nous n'avions connaissance que de deux rapports sur l'accident d'Anderton; on nous informe le 7 septembre que M. Cadart, ingénieur des ponts et chaussées du département de la Haute-Marne, vient de publier une note très intéressante sur le même sujet.

A cette date, l'accident d'Anderton a donc été traité par :

1° M. Edwin Clark, *Report upon the accident to the Hydraulic Canal Lift at Anderton.*

2° La compagnie de Fives-Lille, *Recherches sur les causes de l'accident d'Anderton.*

3° M. Cadart ingénieur des ponts et chaussées, *Note sur l'accident survenu le 18 avril 1882, à l'ascenseur d'Anderton et sur les causes qui l'ont provoqué, suivie de la traduction du rapport publié sur le même sujet par M. E. Clark.*

15 septembre 1882.



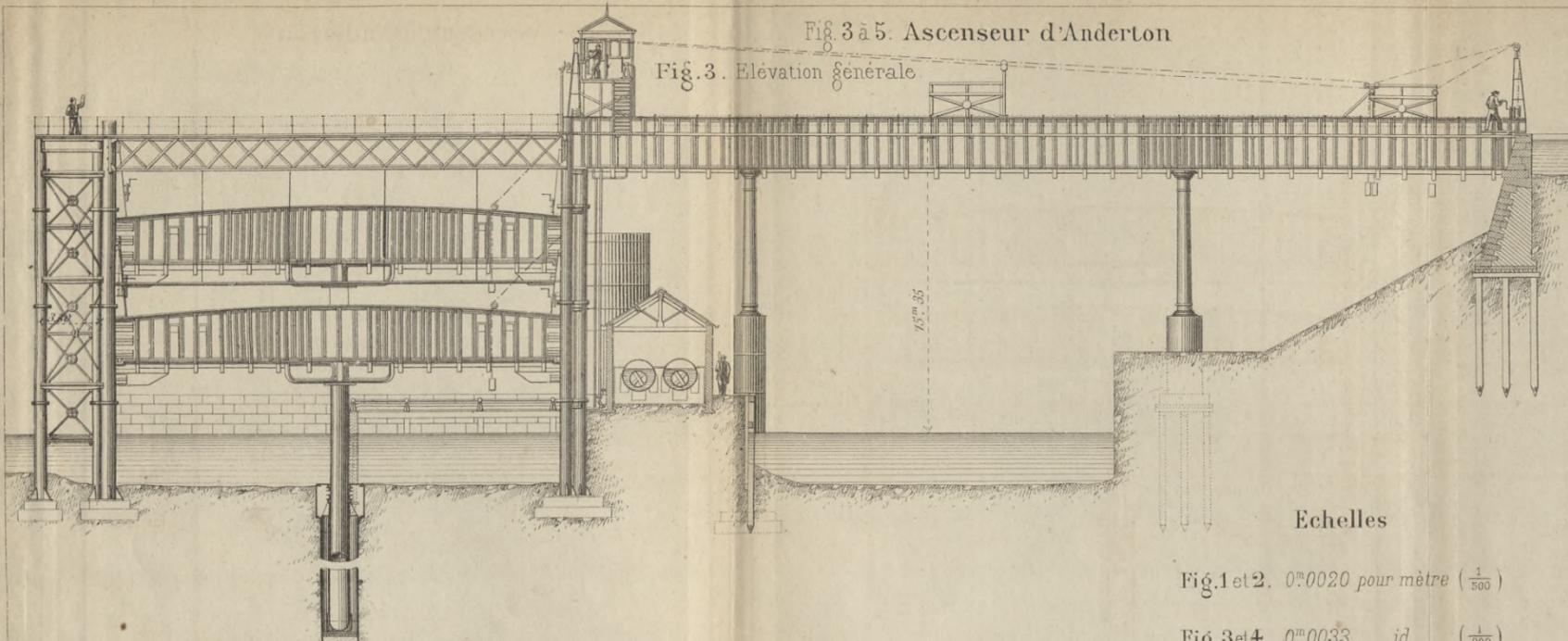


Fig. 3 à 5. Ascenseur d'Anderton  
Fig. 3. Elevation générale

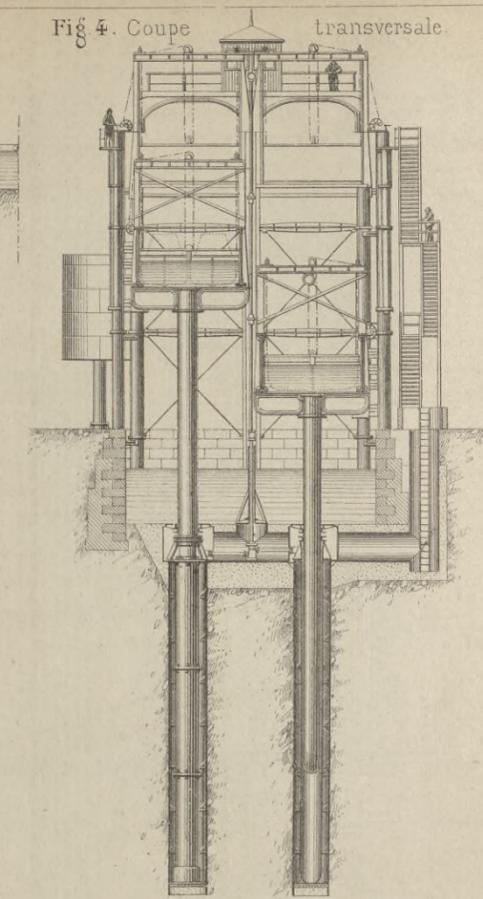
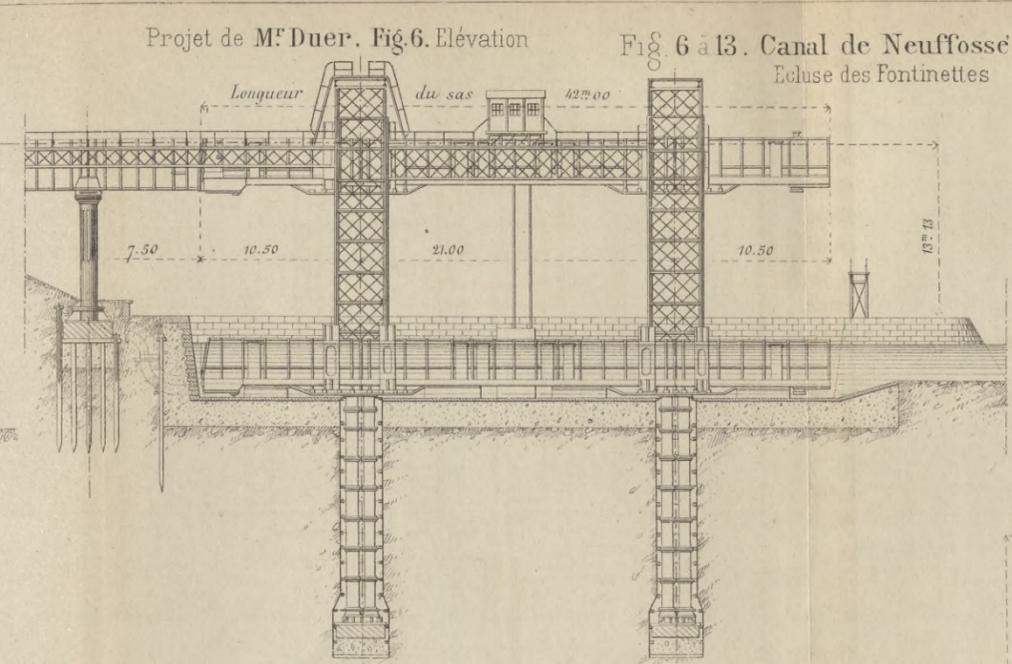
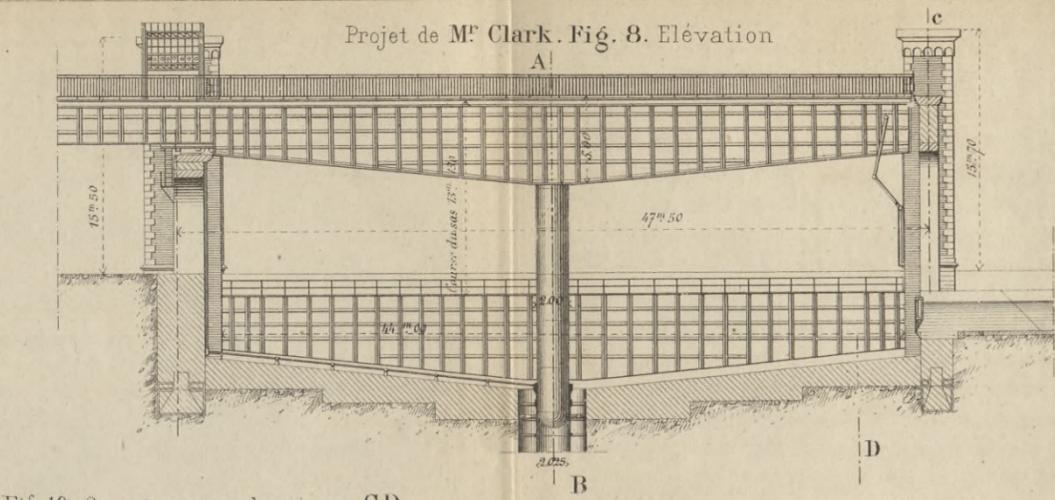


Fig. 4. Coupe transversale.



Projet de M. Duer. Fig. 6. Elevation  
Fig. 6 à 13. Canal de Neuffosse.  
Ecluse des Fontinettes



Projet de M. Clark. Fig. 8. Elevation

Echelles

- Fig. 1 et 2. 0<sup>m</sup>0020 pour mètre (1/500)
- Fig. 3 et 4. 0<sup>m</sup>0033 id (1/300)
- Fig. 6 à 10. 0<sup>m</sup>0025 id (1/400)

Fig. 1 et 2. Ecluse Seiler.

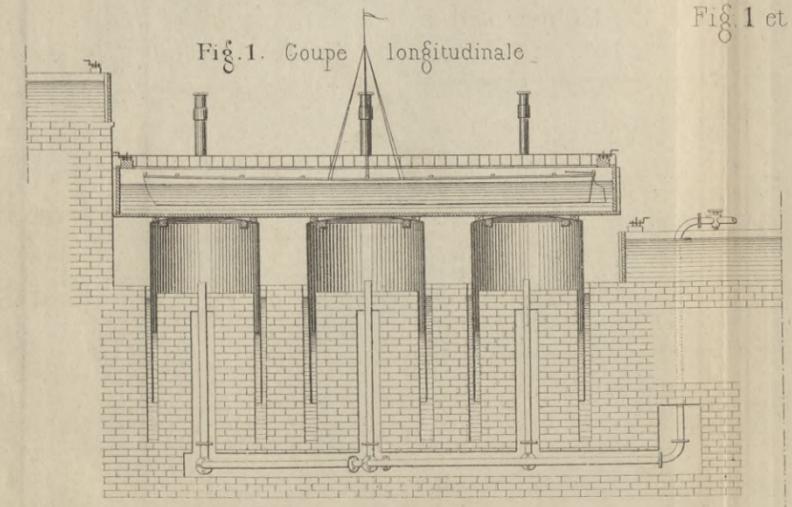


Fig. 1. Coupe longitudinale

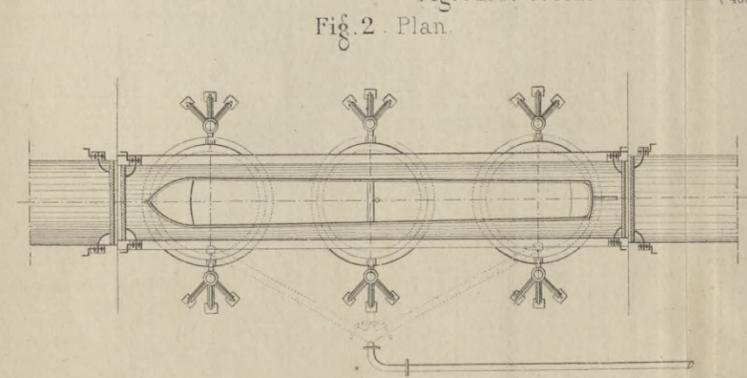


Fig. 2. Plan.

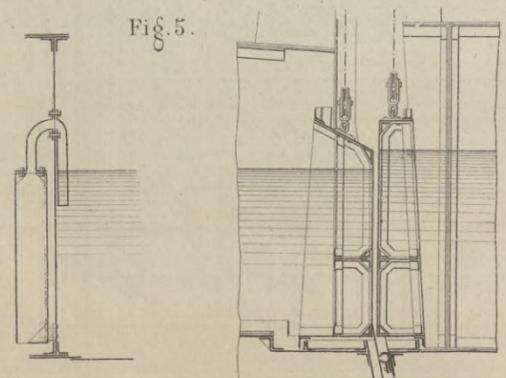


Fig. 5.

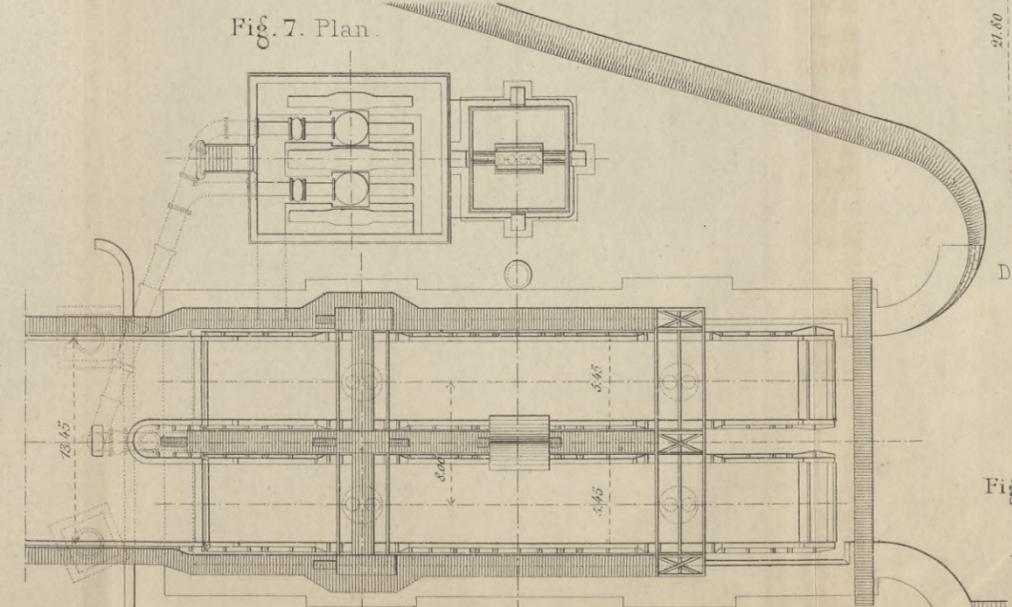


Fig. 7. Plan.

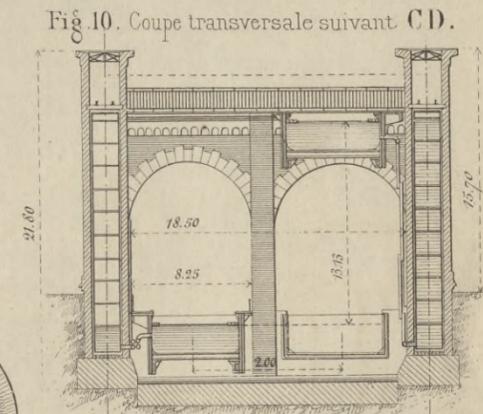


Fig. 10. Coupe transversale suivant CD.

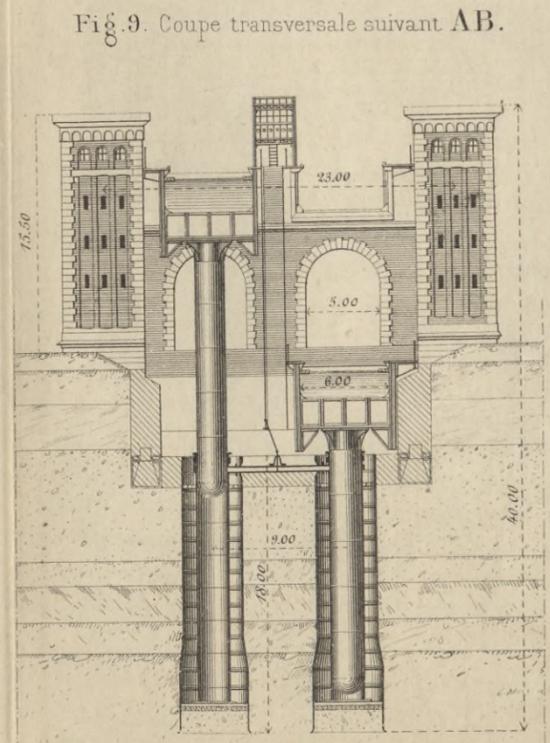


Fig. 9. Coupe transversale suivant AB.

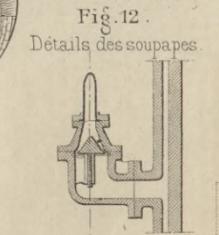


Fig. 12. Détails des soupapes.

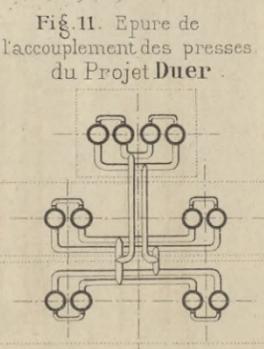


Fig. 11. Epure de l'accouplement des presses du Projet Duer.

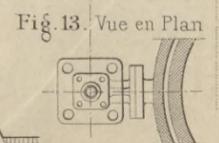


Fig. 13. Vue en Plan.



Avant-Projet d'un Canal direct de Libourne à Diou

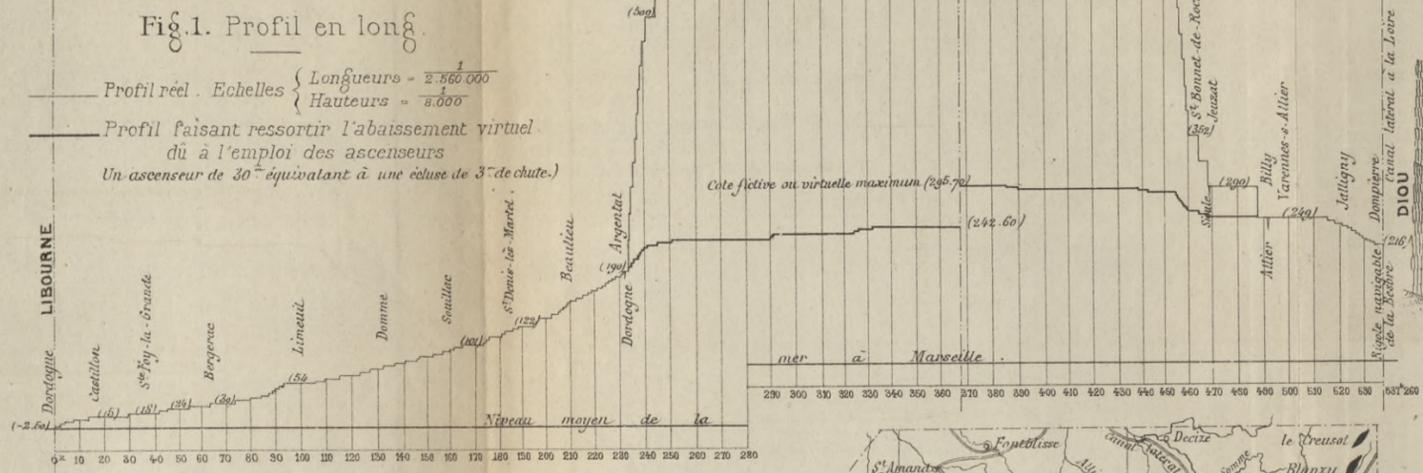


Fig.2. Tracé du Canal

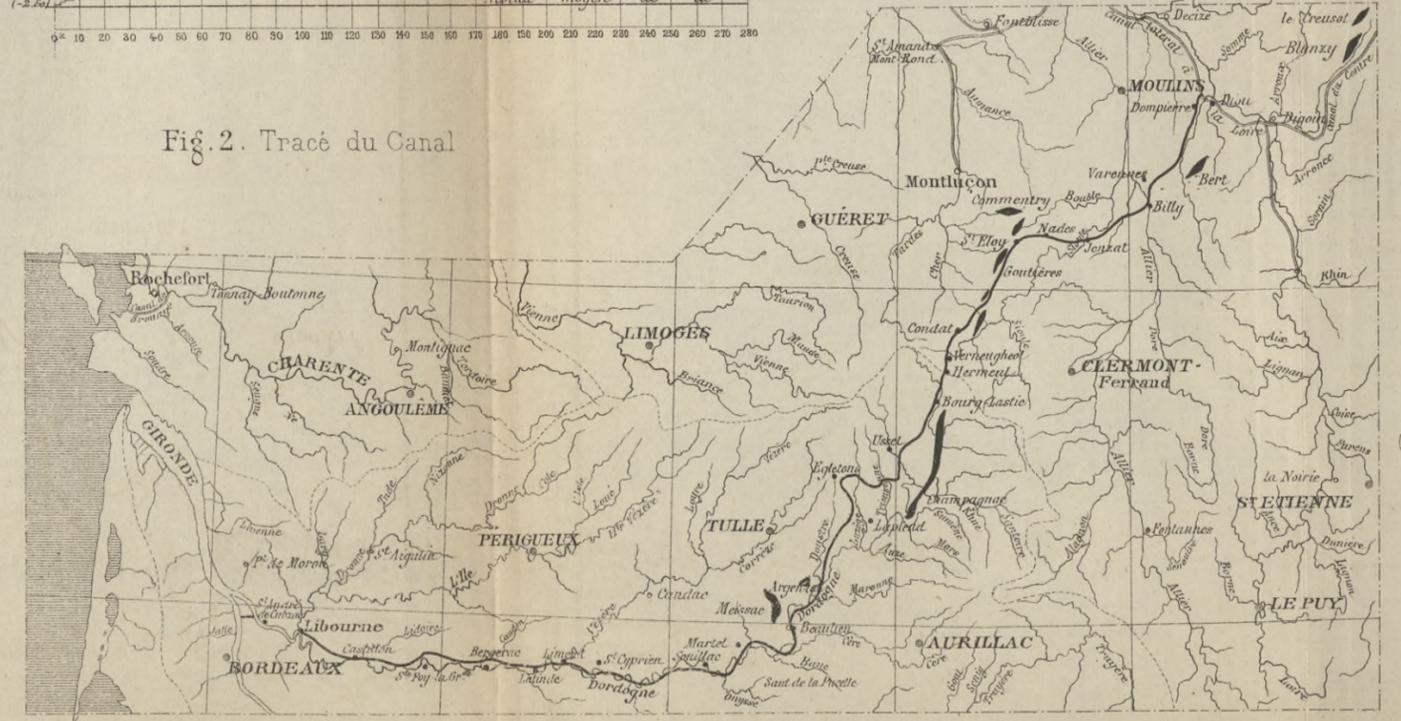
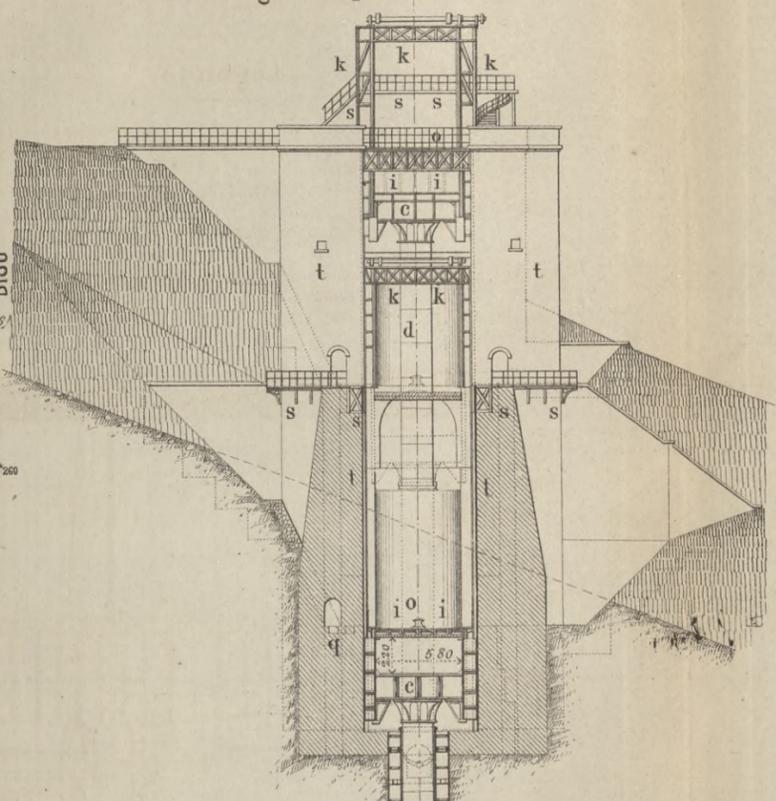


Fig.3. Coupe transversale AB



Ascenseur à deux branches conjuguées bout à bout

Echelle de 0<sup>m</sup>0025 pour mètre.

Légende.

- a. Canal d'amont.
- b. Canal d'aval.
- c. Sas mobiles.
- d. Plongeurs supportant les sas.
- e. Grandes Presses.
- f. Tuyau de communication des Presses.
- g. Vanne.
- h. Transmission pour la Vanne.
- i. Portes levantes.
- j. Presses des Portes.
- k. Portiques supportant les portes.
- l. Cales sèches pour les sas.
- m. Accumulateur.
- n. Chambre de manœuvre.
- o. Cabestans hydrauliques.
- p. Machine à colonne d'eau.
- q. Canal de sortie de l'eau.
- r. Carrelage des Presses.
- s. Passerelles.
- t. Tours et Piliers de guidage.

Fig.4. Coupe longitudinale.

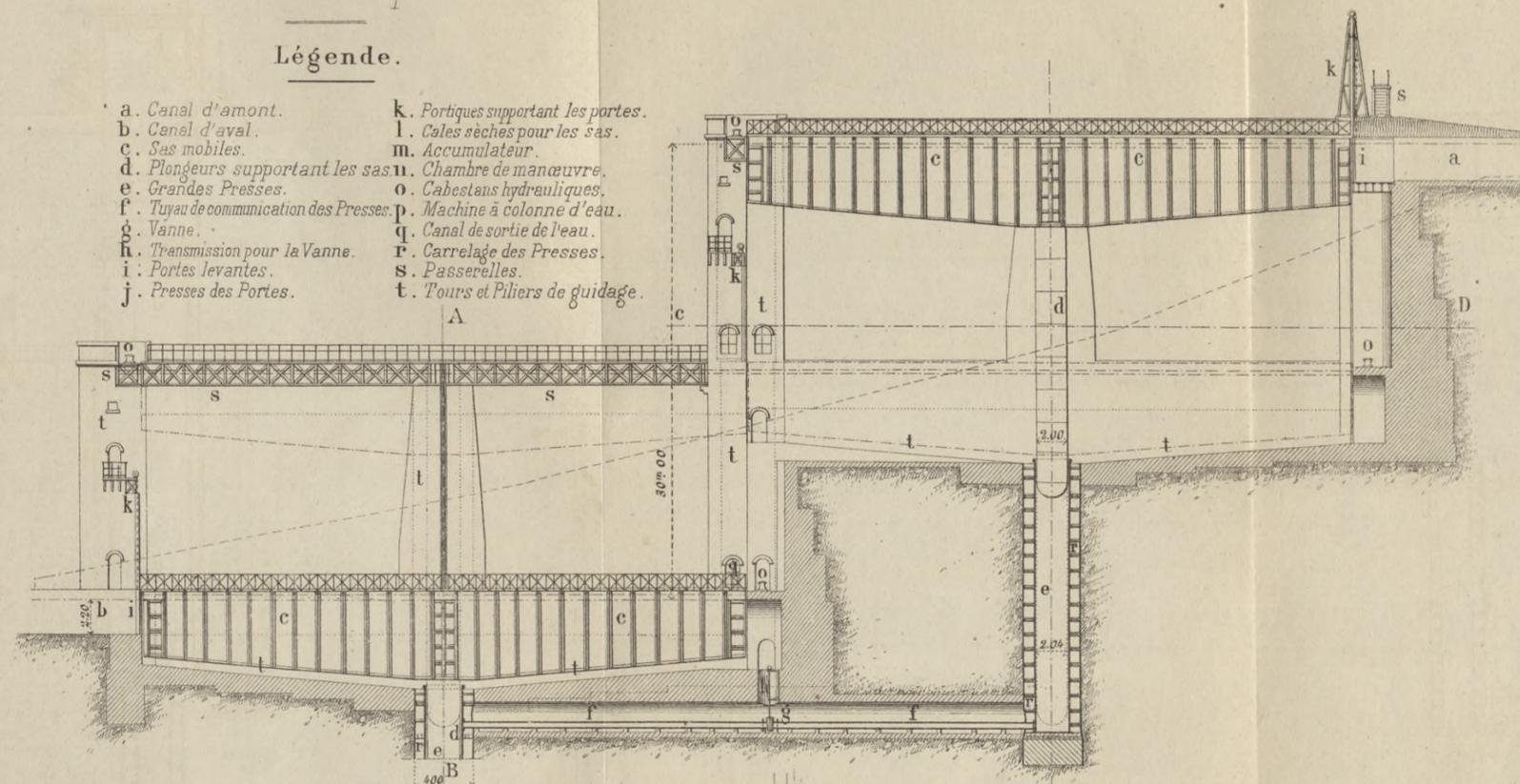


Fig.6. Course des pistons

Fig.7. Conditions du mouvement des sas

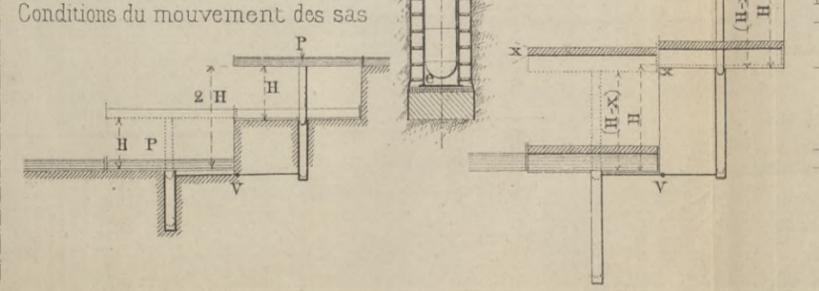
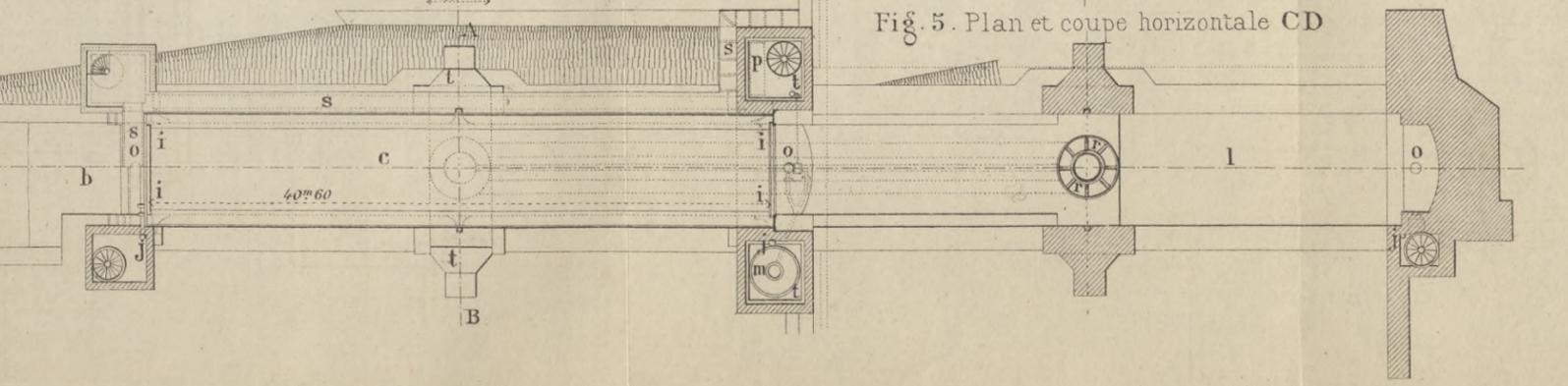


Fig.5. Plan et coupe horizontale CD







S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31688

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298448