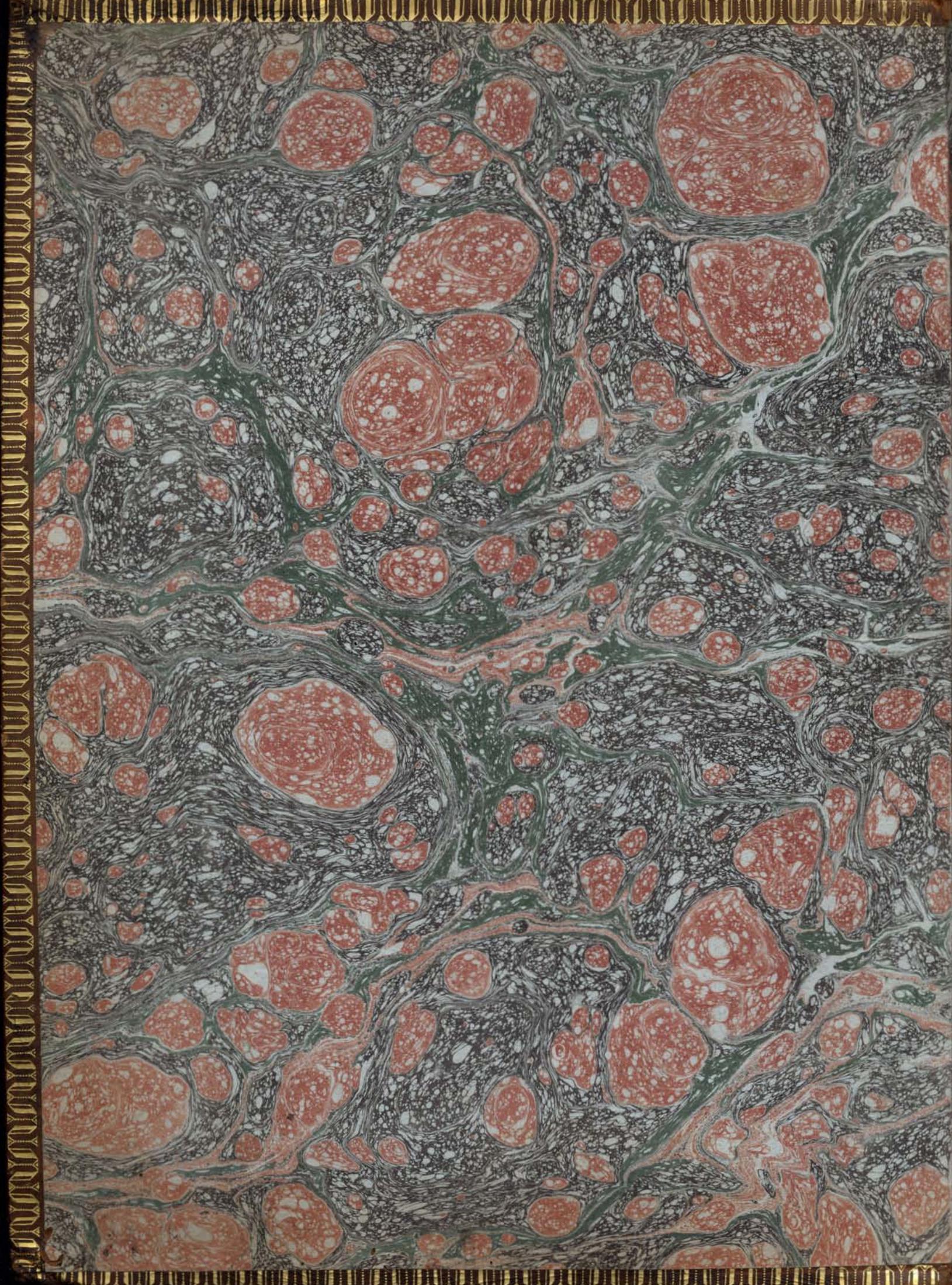


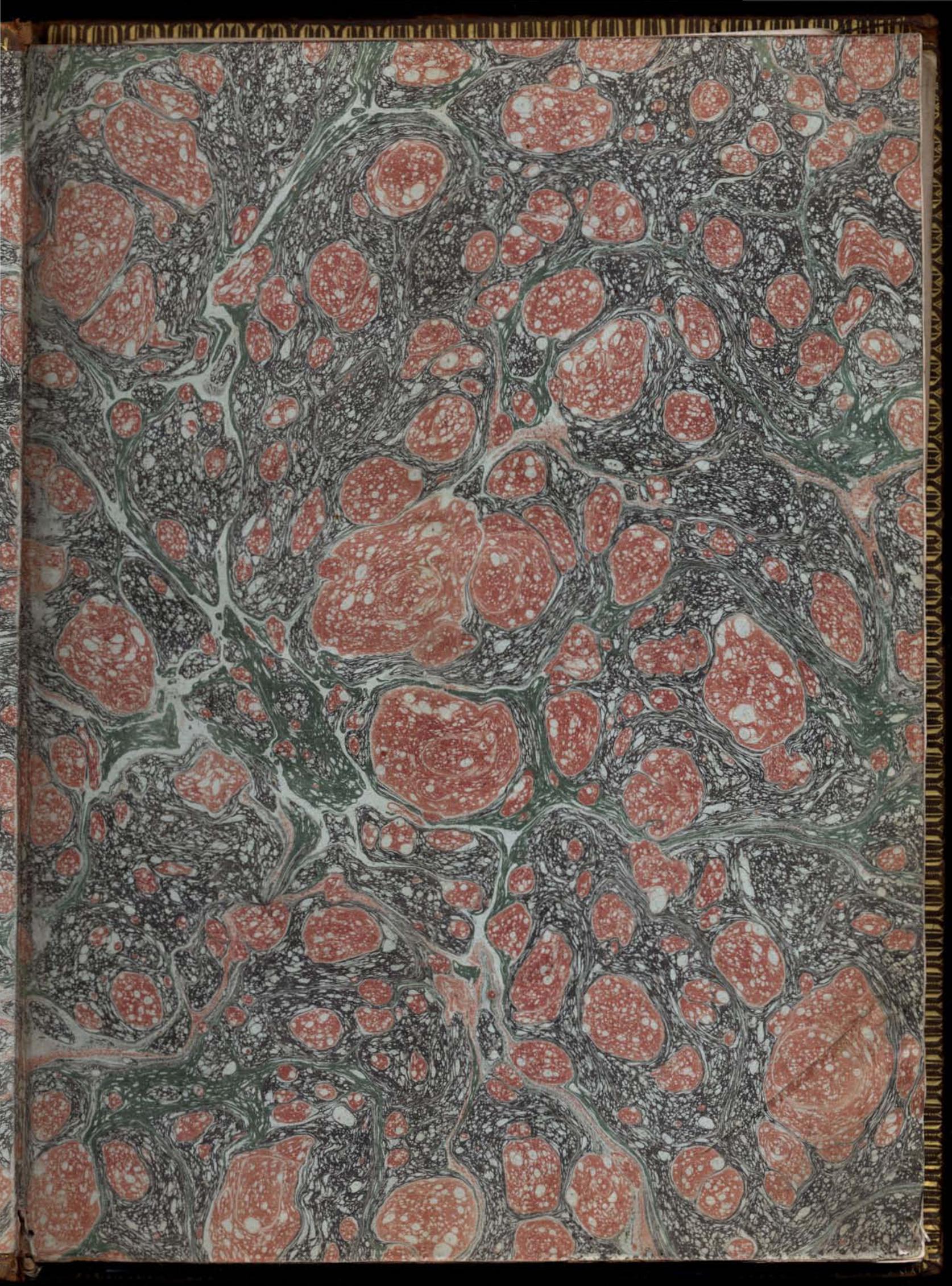
Betancourt y Molina, Agustín de
Mémoire sur un nouveau système de navigation
intérieure : présenté à l'Institut National de
France / par M. de Betancourt. - [Paris] :
[s.n.], [1807]

46 p., 4 h. de lám.

Archivo Herederos Betancourt-Castro

9353







N° 45.
Rue de la Harpe
TESSIER
Relieur Doreur
A PARIS.

M É M O I R E
SUR UN NOUVEAU
SYSTÈME DE NAVIGATION
INTÉRIEURE,
PRÉSENTÉ
A L'INSTITUT NATIONAL DE FRANCE,
PAR M. DE BÉTANCOURT,
CHEVALIER DE L'ORDRE DE S^t-IAGO, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES CANAUX
ET GRANDES ROUTES DES ROYAUMES D'ESPAGNE.

De D^o José Betancourt y Castillo

MEMOIRE

DE

LE

ROYAUME

DE FRANCE

ET

DE NAVIGANT

DE LA MER

DE LA MER

M É M O I R E

SUR UN NOUVEAU

SYSTÈME DE NAVIGATION

INTÉRIEURE,

PRÉSENTÉ

A L'INSTITUT NATIONAL DE FRANCE,

PAR M. DE BÉTANCOURT,

CHEVALIER DE L'ORDRE DE S^t-IAGO, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES CANAUX
ET GRANDES ROUTES DES ROYAUMES D'ESPAGNE.

DEPUIS longtems on a reconnu que les canaux de navigation, en facilitant les transports, procuraient de grands avantages à l'agriculture et au commerce. Aussi, presque toutes les nations ont-elles entrepris, à différentes époques, quelques ouvrages de ce genre; mais il y en a peu qui aient été entièrement terminés, soit parce qu'on les commençait avec trop de magnificence et qu'ils auraient exigé des dépenses excessives, soit parce que la longueur du tems nécessaire pour les exécuter lassait la constance de ceux qui dirigeaient successivement ces entreprises, et qui, le plus souvent, n'avaient plus les mêmes idées ni les mêmes intérêts que leurs prédécesseurs.

Toute l'Europe a vu, par l'exemple du canal du Midi, commencé et fini sous le règne de Louis XIV, et dans le court espace de seize ans, de quelle influence peut être, sur l'avancement de ces ouvrages, la protection et les encouragemens d'un Gouvernement sage, et quels sont les avantages qu'ils peuvent procurer, lorsqu'on a tout prévu, en s'assurant d'abord de toutes les données.

Cependant les auteurs de ce grand ouvrage ont eu peu d'imitateurs; encore ces derniers n'ont-ils jamais osé s'écarter des premières dimensions, quoique celles-ci dussent varier avec les circonstances locales et la nature des moyens de transport : élémens qui avaient servi originai-
rement de base à leur détermination.

Vers le milieu du siècle dernier, on commença en Espagne le canal de Castille. Trois années après, le duc de Bridgewater entreprit en Angleterre le premier canal de navigation qui ait été exécuté dans ce royaume; et, dans tous les deux, on adopta les dimensions et les formes des ouvrages du canal du Midi.

L'entreprise du Duc fut d'abord regardée comme chimérique par ses compatriotes; mais accoutumés à comparer les intérêts des capitaux avec les produits et les risques, l'expérience les éclaira bientôt : ils multiplièrent les canaux avec d'autant plus de rapidité, qu'ils s'étaient appliqués à la recherche des moyens de vaincre les difficultés qui peuvent se rencontrer dans leur exécution, soit de la part du terrain, soit à cause du défaut d'abondance des eaux dont on pouvait disposer pour les alimenter.

Pour épargner les dépenses considérables qu'exige la construction des sas d'écluses dans un pays montagneux, ainsi que pour éviter les pertes d'eau et de tems, Reynolds imagina de mettre les bateaux à sec, de les placer sur des chariots, et d'élever ceux-ci en les faisant glisser sur des plans inclinés.

Dans quelques canaux, on monte et on descend les bateaux en les

enfermant dans des caisses hermétiquement fermées, qui plongent dans des puits remplis d'eau. Dans plusieurs autres, on élève ces bateaux verticalement, à l'aide de machines plus ou moins compliquées, suivant les circonstances locales et le poids qu'elles ont à soutenir.

L'américain Fulton, connaissant tous les avantages de ces méthodes sur celles des écluses, et ayant calculé qu'on pouvait réduire encore la dimension des canaux, et diminuer, par conséquent, la dépense sans changer le produit de la navigation, publia son ouvrage sur les Canaux, dans lequel il proposa un nouveau mode de construction pour les plans inclinés, en mettant des roues aux bateaux pour supprimer les chariots dont on se sert en Angleterre; et il donna ensuite la description de plusieurs moyens de monter et de descendre les bateaux verticalement, en employant l'eau comme contrepoids, ou en se servant de ce fluide pour imprimer le mouvement aux machines.

Cet ingénieux auteur, et tous ceux qui, avant lui, avaient cherché à économiser les grands capitaux employés à la construction des canaux, ont adopté le système des petits bateaux, afin de diminuer les déblais et les dépenses considérables qu'occasionne la construction des ouvrages d'art, lorsque les bateaux doivent avoir de grandes dimensions; mais en proposant de réduire celles des canaux, tous ont tâché de supprimer les écluses, à cause de la dépense d'eau qu'elles exigeraient et de la perte du tems à laquelle le passage successif des bateaux donnerait lieu.

En réfléchissant sur les moyens d'obvier à ces inconvéniens, j'avais d'abord pensé qu'en pratiquant à côté des écluses un bassin qui eût une communication avec le sas, si on comprimait l'eau de ce bassin à l'aide d'un piston, elle passerait dans le sas, et pourrait ainsi s'élever ou s'abaisser dans celui-ci suivant la pression, et de manière à pouvoir effectuer le passage des bateaux sans la moindre perte d'eau.

La difficulté d'adapter un piston me fit abandonner cette idée; mais je m'aperçus bientôt qu'en plongeant et retirant successivement un corps

dont la pesanteur spécifique fût égale à celle du fluide, l'effet serait le même, et qu'on monterait et descendrait dans le sas.

Il est évident que, pour donner le mouvement convenable au corps qui devait déplacer le volume d'eau nécessaire pour faire disparaître la différence de niveau rachetée par l'écluse, il fallait une puissance qui augmentât progressivement à mesure que le plongeur s'élevait hors de l'eau. J'imaginai donc de mettre un contrepoids au plongeur, et de chercher la courbe que devait parcourir le centre de gravité de ce contrepoids, pour que l'équilibre pût avoir lieu dans toutes les positions. Je vis alors que, si je parvenais à trouver cette courbe, et qu'elle ne présentât pas de grandes difficultés dans la pratique, avec un très-petit effort, on pourrait remplir et vider le sas des écluses sans la moindre perte d'eau et avec une grande célérité.

Mes recherches ont eu le plus heureux succès. Je vais donc exposer la solution du problème dans toute sa généralité, avant d'y faire les modifications convenables, au cas particulier des écluses à un seul sas; puis je décrirai la manière dont on peut se servir du même principe pour tirer les bateaux sur des plans inclinés; enfin, je terminerai par quelques réflexions sur les avantages que la navigation intérieure pourra retirer de l'emploi de ce moyen.

P R O B L È M E.

Un corps M (figure première, planche 1^{re}), dont la forme et la pesanteur spécifique sont connues, étant plongé dans un fluide et lié avec un autre corps M' qui lui sert de contrepoids et qui est hors du fluide; trouver la courbe BQER que doit parcourir le centre de gravité du corps M' pour que le système se trouve en équilibre dans toutes les situations, c'est-à-dire, soit que le corps M se trouve tout à fait ou en partie plongé dans le fluide ou entièrement dehors.

Soient :

La pesanteur spécifique du corps M..... = P

La pesanteur spécifique du fluide..... = p

Le volume du corps M..... = V

Le volume de la partie plongée..... = v

Le volume de la partie hors de l'eau..... = v'

Le contrepoids..... = M'

La distance AB entre le point A d'inflexion de la corde
et l'origine de la courbe BQER..... = c

La distance AD = AB + BD = c, plus l'abscise de la
courbe BQER..... = t

L'ordonnée DE de la courbe..... = u

AE..... = z'

On aura, par les principes connus :

$$PV - pv = \frac{M dt}{dz'}$$

Mais $V = v + v'$, par conséquent $V(P-p) + pv' = \frac{M dt}{dz'} (A)$

Si le corps M s'élève d'une quantité mn (figure première), sans que pour cela la surface du fluide cesse d'être à la même hauteur, ce qui arriverait dans le cas où elle serait infinie par rapport aux dimensions du corps, nous aurons $mn = x = z' - c$. Si le corps est terminé par une surface de révolution, et qu'on représente par x et y les coordonnées de la courbe génératrice, on aura $v' = \pi f y^2 dx$, dont l'intégrale doit se prendre depuis $x = 0$ jusqu'à $x = z' - c$. Nous désignerons cette intégrale définie par $\pi \phi (z' - c)$, qui sera donc la valeur de v' . Substituant cette valeur de v' dans l'équation (A), on aura :

$$V (P - p) + p \pi \phi (z' - c) = \frac{M' dt}{dz'}$$

$$\text{ou } V (P - p) dz' + p \pi \phi (z' - c) dz' = M' dt.$$

On doit intégrer cette équation entre z' et t , et compléter l'intégrale de façon qu'on ait $t = c$ quand $z' = c$.

Pour ce qui regarde le contrepoids M , il est entièrement indéterminé; mais on peut le supposer égal au corps M , ce qui doit simplifier le calcul. Peut-être aussi les calculs deviendront-ils plus faciles dans quelques cas, en substituant à la place de z' sa valeur $\sqrt{(z'^2 + v'^2)}$.

Si le vase où est le corps n'est pas infini, la surface du fluide descendra à mesure que le corps sortira de l'eau.

Considérons cette circonstance; nommons B , la base du vase ou récipient du fluide; h , la hauteur du fluide quand le corps est entièrement plongé. Le volume du fluide et du corps sera Bh ; mais v' étant le volume de la partie du corps qui est sortie du fluide, $Bh - v'$ sera celui du fluide et de la partie du corps qui est restée plongée : ce même volume est aussi égal à By , en nommant y la hauteur du fluide; donc,

$$By = Bh - v', \quad y = h - \frac{v'}{B}$$

1°. Dans ce cas, mn est composé de la quantité dont le corps s'est élevé et de celle dont le fluide s'est abaissé; la première est $z' - c$, et la seconde, $h - y$ ou $\frac{v'}{B}$, en sorte que $mn = z' - c + \frac{v'}{B}$.

2°. En supposant, comme ci-dessus, que le corps soit un solide de révolution, on aura :

$$v' = \pi f y^2 dx = \pi \varphi(x)$$

3°. On obtiendra l'intégrale finie en substituant pour x sa valeur $mn = z' - c + \frac{v'}{B}$, et elle sera donc de la forme

$$v' = \pi \varphi\left(z' - c + \frac{v'}{B}\right)$$

ce qui s'accorde avec le résultat, quand $B = \infty$.

Substituant dans l'équation fondamentale (A) la valeur de v' , nous aurons :

$$V(P-p) + p\pi\varphi\left(z' - c + \frac{v'}{B}\right) = \frac{M' dt}{dz'}$$

$$\text{ou } V(P-p) dz' + p\pi\varphi\left(z' - c + \frac{v'}{B}\right) dz' = M' dt;$$

équation qui résout le problème complètement et avec la même simplicité que dans le premier cas; mais pour pouvoir l'appliquer à la pratique, il faudra déterminer quelques quantités.

Supposons que le plongeur M (figure seconde) soit un parallépipède; et que sa pesanteur spécifique soit égale à celle de l'eau, c'est-à-dire, que $P = p$; soient : a, b les côtés de sa base; A, B ceux du récipient; et supposons de plus que la hauteur du corps du plongeur soit égal à celle du même récipient que nous représentons par h , l'équation (A) donnera :

$$pv' dz' = M' dt.$$

De plus $v' = ab \left(z' - c + \frac{v'}{AB} \right)$. Cette dernière équation donne

$$v' = \frac{ab \cdot AB (z' - c)}{AB - ab}$$

Substituant cette valeur de v' dans la première équation, on aura :

$$p \cdot \frac{ab \cdot AB (z' - c)}{AB - ab} dz' = M' dt.$$

Et en l'intégrant, elle deviendra :

$$p \cdot \frac{ab \cdot AB}{AB - ab} \left(\frac{1}{2} z'^2 - cz' \right) = M' t + \text{constante.}$$

Pour trouver la valeur de la constante, il suffit de remarquer que quand $z' = c, t = c$, ainsi nous aurons :

$$- \frac{p}{2} \cdot \frac{ab \cdot AB c^2}{AB - ab} = M' c + \text{constante. Par conséquent :}$$

$$M' t = \frac{p \cdot ab \cdot AB}{2 (AB - ab)} (z'^2 + c^2) - \frac{p \cdot ab \cdot AB}{AB - ab} cz' + M' c,$$

équation générale de la courbe sur laquelle doit se mouvoir le centre de gravité du contrepois.

Pour rendre sa construction plus facile, nous supposerons $c = 0$, et elle deviendra :

$$M' t = \frac{p \cdot ab \cdot AB}{2 AB - ab} z'^2$$

Si $AB = 2 ab$, on aura $M' t = p \cdot ab z'^2$.

(11)

M étant le plongeur, on aura : $M = p. ab. h$, et l'équation précédente sera transformée en celle-ci :

$$z'^2 = \frac{M' ht}{M}$$

équation qui appartient au cercle, dont le diamètre est $= \frac{M' h}{M}$.

Si $M = M'$, le diamètre du cercle sera h .

Si $M' = \frac{1}{2} M$, le diamètre sera $= \frac{1}{2} h$, etc.

Par les différentes suppositions que nous avons faites, nous avons ramené la courbe cherchée à celle d'un cercle, afin de faciliter les applications à la pratique. Nous ferons encore d'autres hypothèses, qui nous conduiront à une construction simple et sans inconvénients.

Si nous faisons le contrepoids M' de figure cylindrique, sa circonférence pourra rouler sur un arc de cercle cdb (figure troisième), dont les rayons soient tels que, quand le centre de gravité du cylindre aurait parcouru un quart de circonférence, la corde io , que nous avons nommée z' , soit égale à la hauteur à laquelle le plongeur doit s'élever : condition qui suppose que le rapport $\frac{M}{M'}$ soit égal à $\frac{\sqrt{2}}{2}$. En effet, dans ce cas, $z'^2 = 2 t^2$, $\frac{M}{M'} = \frac{ht}{z'^2} = \frac{t}{z'} = \frac{1}{2} \sqrt{2}$.

Cette construction exige, pour que le système se trouve toujours en équilibre, que le centre de gravité du cylindre soit dans le centre de figure, et que son poids et son volume soient déterminés, ce qu'il serait très-difficile d'obtenir dans la pratique avec une certaine exactitude.

Mais si nous supposons que le cylindre ou contrepoids soit supporté par son axe, au moyen de deux pièces sc mobiles sur le centre s (figure quatrième), nous pourrions supprimer la courbe cdb (figure troisième),

et ne pas nous assujétir au volume, ni même à la figure du contre-poids.

Nous pouvons lui donner encore une forme plus avantageuse pour la construction, en prolongeant une des pièces *sc* (figure quatrième), et mettant le contre-poids *M'* dans un point quelconque du levier *ST* (figure cinquième); alors on pourra employer un corps beaucoup plus léger, sans être obligé de lui donner un poids déterminé, puisqu'on pourra l'approcher ou l'éloigner du centre de mouvement *S* pour le mettre en équilibre avec le plongeur.

La seule chose qui nous reste à faire pour perfectionner cette machine, c'est de soulager les axes des poulies de l'effort considérable qu'exercent sur elles le plongeur et le contre-poids, surtout lorsque le plongeur est hors de l'eau; car, alors, ces poulies se trouvent chargées en même tems du poids total des deux corps. Pour éviter cet inconvénient, faisons le levier angulaire, comme on le voit dans la figure sixième. Cette disposition diminue non seulement la pression sur les axes des poulies, et par conséquent elle évite la plus grande partie des frottemens, mais elle permet de supprimer une des poulies, sans cesser de mettre le plongeur hors de la ligne verticale qui passe par le centre de mouvement du levier ou contre-poids, ce qui est très-avantageux dans la construction (1).

D'après ce que nous avons exposé, il est facile de déterminer, pour un cas particulier, le volume du récipient (figure sixième), celui du plongeur, sa course, la longueur du bras coudé *Se* et la longueur du levier *ST*, par rapport au poids qu'on voudra donner au contre-poids *M'*.

(1) Voici une démonstration directe et élémentaire de ce cas particulier.

Soit *M'se* (figure septième), une position du levier coudé à angle droit qui, en s'inclinant, fait élever le flotteur *M*, *ecm*, représentant la chaîne qui tient ce flotteur suspendu. Désignons par *A* la forme constante des sections horizontales du puits et du sas de l'écluse; par *B*, la section horizontale du plongeur; par *z*, l'élévation de la

Étant parvenu, par la théorie, à ce résultat, je fis construire une grande caisse dans laquelle j'en plongeai une seconde, dont la base avait une superficie moitié de celle de la première. Je l'avais d'abord remplie d'eau pour lui donner la même gravité spécifique que ce fluide; et l'ayant suspendue au bras du levier angulaire, tout le système resta dans le plus parfait équilibre, quelle que fût la situation du plongeur et du contre-poids, et j'ai eu la satisfaction de voir que l'expérience s'accordait parfaitement avec la théorie.

Faisons maintenant une application à une écluse de huit pieds de chute (2^m 6), en donnant au sas les dimensions convenables pour recevoir les bateaux de huit à dix tonneaux.

Explication de la nouvelle Ecluse. (Planche II.)

La Figure première de la planche seconde représente le plan général de l'écluse, avec une partie des biefs supérieur et inférieur.

surface supérieure au dessus du niveau initial de l'eau, élévation qui est égale à la corde ec ; par φ , l'angle esc ; et enfin, par a et b respectivement les lignes sM' et se , M étant le centre de gravité du contre-poids M' .

La descente de la surface supérieure de l'eau au dessous de son niveau initial sera $\frac{Bz}{A-2B}$, et le poids supporté par la chaîne, égal à $\frac{(A-B)z}{A-2B} \pi B$ (la lettre π représente le poids de l'unité de volume de l'eau); ainsi, en abaissant les perpendiculaires sH et MG sur ec et sF , il faudra, pour l'équilibre, qu'on ait l'équation

$$\frac{A-B}{A-2B} \pi Bz \times sH = P \times sG.$$

Mais $sH = b \cos \frac{1}{2} \varphi$, $z = ce = 2b \sin \frac{1}{2} \varphi$ et $sG = a \sin \varphi$; substituant ces valeurs, l'équation d'équilibre devient $(A-B) \pi Bb^2 = (A-2B) Pa$, équation entièrement indépendante des variables z et φ , et qui, lorsqu'elle est satisfaite par les relations convenables entre les constantes, après qu'on a rendu préalablement le poids du flotteur égal à celui d'un volume d'eau pareil au sien, assure l'équilibre dans toutes les positions.

Figure deuxième, coupe par la ligne A' B' du plan; on y voit le plongeur un peu élevé et la communication du sas avec le récipient dans lequel il est logé.

Figure troisième, coupe par la ligne C' D' vers la partie d'amont, où l'on a représenté la construction intérieure du plongeur, qui est dans la même position que dans la figure première.

Figure quatrième, coupe par la même ligne C' D', mais vue en sens contraire, c'est-à-dire, du côté d'aval; le plongeur est représenté par sa partie extérieure, et on l'a supposé entièrement submergé.

Pour faciliter l'intelligence des dessins, on a mis dans les quatre figures les mêmes lettres aux parties correspondantes.

Légendes.

A, bief inférieur; B, bief supérieur. On suppose que, dans le canal; il doit y avoir pour le moins quatre pieds d'eau (1^m 299), et que les bateaux s'enfonceront de trente-deux pouces (0^m 866).

CD, sas dont les côtés sont parallèles, qui doit avoir six pieds huit pouces (2^m 166) de largeur et vingt-un pieds deux pouces (6^m 876) de longueur,

E, porte d'amont qui doit s'ajuster, par sa partie inférieure, contre la pièce de bois F, laquelle doit occuper le moins d'espace possible, pour que son volume ne nuise pas à l'équilibre du plongeur et du contrepoids.

F, madrier qui sert de busc à la porte E, et qui doit entrer par ses deux bouts dans les côtés du sas.

G, porte d'aval qui, au lieu de tourner sur un axe, comme cela se

pratique ordinairement, roule sur deux poulies *aa* pour se loger dans l'ouverture *hh*, construite dans le mur pour la recevoir, afin de laisser entièrement libre le passage des bateaux.

H, moulinet destiné à faire mouvoir la porte *G* par le moyen d'un pignon fixé à l'extrémité de la tige verticale *Hc*, qui engrène dans la crémaillère *bb*; cette crémaillère doit descendre, comme on le voit dans la figure quatrième, au dessous du centre de figure de la porte, afin que le mouvement soit plus facile.

II, aqueduc qui établit la communication entre le sas et le récipient: L'intrados de la deuxième partie est réciproque, et la clef de cet aqueduc doit être un peu au dessus de la surface de l'eau lorsque le plongeur est élevé à la plus grande hauteur.

JJ, plongeur qui, par son mouvement vertical, force l'eau à passer du récipient dans le sas ou au sortir du sas pour retourner au récipient.

Pour que cette caisse ou parallépipède soit bien étanche, et pour qu'elle puisse résister à la pression de l'eau lorsque le plongeur est levé, elle doit être construite avec de forts madriers assemblés par des traverses et par des tirans de fer, et bien goudronnés tant au dehors qu'au dedans.

Il serait convenable de pratiquer dans son fond une ouverture circulaire qu'on garnirait d'une soupape attachée à une tige qui monterait jusqu'à la partie supérieure du plongeur, et à l'aide de laquelle on pourrait ouvrir ou fermer cette soupape.

1°. Le succès de cette machine dépend presque entièrement de la détermination convenable de ses dimensions par rapport à la capacité du sas, à celle de la rainure dans laquelle la porte d'aval doit se loger, à la grandeur du récipient et à la hauteur de la chute.

2°. D'après la grandeur que nous avons donnée au sas et l'hypothèse que nous avons faite d'une chute de huit pieds ($2^m 599$), le plongeur doit avoir quinze pieds ($4^m 873$) de longueur, onze pieds ($3^m 573$) de largeur et seize pieds trois pouces ($5^m 279$) de hauteur.

On peut donner au plongeur des dimensions plus grandes que celles indiquées par le calcul ; car on est toujours le maître de ne l'enfoncer ou de ne l'élever que de la quantité nécessaire pour atteindre le niveau des biefs inférieur et supérieur ; mais il est évident que, dans le cas contraire, cela deviendrait absolument impossible.

K, récipient dans lequel entre le plongeur JJ. Ce récipient doit avoir, dans le sens de la longueur et dans celui de la largeur, six pouces ($0^m 162$) de plus que le plongeur, afin qu'il reste trois pouces ($0^m 081$) d'eau de plus de tous côtés autour de celui-ci.

La profondeur de ce même récipient doit être de dix-huit à vingt pouces ($0^m 487$ à $0^m 541$) plus grande que la hauteur du plongeur, afin que le mouvement de celui-ci ne soit pas arrêté par quelques petites pierres ou par le sable que le courant aurait pu apporter.

LL, axe du contrepoids formé d'une barre carrée en fer assez solide pour résister à l'effort qu'elle doit supporter. Afin de ne pas l'affaiblir, on la fera tourner sur un de ses angles.

M, contrepoids du flotteur. La forme que doit avoir ce contrepoids n'est pas indifférente pour la simplicité de sa construction, pour qu'il ait toute la solidité nécessaire et pour qu'il soit facile de le mettre en équilibre avec le plongeur.

Ce contrepoids est fait de deux fortes pièces de bois *dd*, entre lesquelles on logera une ou plusieurs pièces de fonte, qu'on pourra approcher ou éloigner de l'axe pour chercher le point d'équilibre avec le plongeur ; les pièces de fonte pourront être plus ou moins fortes suivant la lon-

gueur qu'on voudra donner aux leviers *dd*, et même on pourra épargner la dépense de la fonte, en lui substituant une caisse remplie de pierres, suspendue à l'extrémité des leviers, mais placée de manière que son centre de gravité se trouve toujours sur la verticale, passant par son centre de suspension.

NN, bras auxquels se fixent les chaînes qui doivent suspendre le plongeur; leur longueur, comme nous l'avons déjà observé, dépend de la partie de la circonférence qu'on veut faire parcourir au centre de gravité du contrepoids M pendant l'ascension totale du plongeur. Dans cette écluse, nous supposons qu'il parcourt un quart de la circonférence, c'est-à-dire, que, quand le contrepoids se trouve dans la verticale qui passe par son centre de mouvement, le plongeur est entièrement abaissé, comme on le voit (figure quatrième); et que, lorsque celui-ci est hors de l'eau, le contrepoids se trouve dans la ligne horizontale. Ces bras sont soutenus par leurs bouts au moyen de tirans de fer qui les tiennent liés aux pièces *dd* de bois du contrepoids.

OO, chaînes fixées par la partie supérieure aux bras NN, et portant, à leur partie inférieure, de fortes vis qui entrent dans les anses de fer PP.

PP, anses qui s'accrochent solidement au plongeur, et qui recouvrent les vis adaptées aux extrémités des bouts des chaînes OO. On sent qu'en les tournant plus ou moins, on peut graduer la tension des chaînes de manière qu'elles supportent chacune un poids égal dans le mouvement.

Q, partie de roue dentée fixée dans l'axe L du contrepoids, et qui doit comprendre plus d'un quart de circonférence, afin qu'elle ne sorte pas de l'engrénage dans le mouvement du contrepoids.

R, roue dentée portant un pignon qui engrène dans la portion de roue Q.

S, pignon fixé à l'arbre pour communiquer le mouvement à la roue R, par le moyen de la manivelle T.

Les diamètres de ces roues et pignons doivent se déterminer de façon que le contrepoids parcoure le quart du cercle tandis que la manivelle fait quinze ou seize tours. Ces roues ont pour objet non seulement de procurer un moyen de vaincre facilement le frottement des axes du contrepoids et des poulies, mais de donner un mouvement uniforme au plongeur et d'éviter les secousses.

T, manivelle au moyen de laquelle on fait monter et descendre le plongeur.

UU, murs en pierres de taille pour supporter le contrepoids et le madrier *ff*, auquel sont fixées les poulies *gg*.

Manière de mettre en équilibre le plongeur et le contrepoids.

Ayant placé le plongeur dans son récipient, et l'ayant lié au contrepoids au moyen des chaînes, on soutiendra celui-ci dans sa situation verticale par deux cordes; on fermera la porte d'amont du sas, et on remplira les biefs à la hauteur convenable pour la navigation; il y aura alors quatre pieds (1^m 299) d'eau dans le sas de l'écluse; la première opération à faire ensuite consistera à donner au plongeur la même pesanteur spécifique que l'eau.

Pour cela, ayant fermé la porte d'aval, on ouvrira la petite soupape adaptée à la face inférieure du plongeur, et on laissera introduire l'eau jusqu'à ce que la partie supérieure du plongeur reste au niveau de l'eau du récipient (comme on le voit figure quatrième), en ayant soin de faire entrer dans le sas la quantité d'eau nécessaire pour remplir le plongeur et le sas même. Mais si, malgré le fer qui entre dans la construction du plongeur, la légèreté des bois l'empêchait de plonger jusqu'à une assez grande profondeur, il suffirait d'y introduire quelques corps plus pesans que l'eau.

Après avoir fermé la soupape, on suspendra le plongeur à l'aide des cordes attachées à la partie supérieure du contrepoids, et l'on augmentera ou diminuera celui-ci jusqu'à ce que l'effort pour monter le flotteur soit toujours constant. Alors on ôtera les cordes, on adaptera le mécanisme pour la manœuvre du plongeur; et si toutes les parties de la machine sont exécutées avec une médiocre précision, le système restera toujours en équilibre, et la force d'un homme sera plus que suffisante pour faire monter ou descendre l'eau dans le sas avec une grande promptitude.

Opération pour monter et descendre les bateaux.

Supposons que le plongeur se trouve tout à fait levé (c'est-à-dire, que son fond soit au niveau de la surface de l'eau du bief inférieur), la porte d'amont étant fermée, si l'on veut faire monter un bateau, on l'introduira dans le sas de l'écluse, on fermera la porte d'aval G, et, par le moyen de la manivelle T, on fera descendre le plongeur, qui forcera l'eau du récipient à passer dans le sas et à s'élever jusqu'au niveau du bief supérieur; on ouvrira la porte d'amont E, et le bateau pourra entrer dans le canal.

L'opération sera la même, mais en sens inverse, quand on voudra faire descendre un bateau.

On doit observer que lorsqu'un bateau passe du bief inférieur dans le sas de l'écluse, la quantité d'eau qu'il déplace s'introduit dans ce bief inférieur, et que, lorsque ce même bateau entre dans le bief supérieur, le sas reçoit une quantité égale à celle qu'il avait d'abord dépensée.

Quand, au contraire, un bateau descend, il monte du bief inférieur au bief supérieur une quantité d'eau dont le poids égale la charge du bateau; par conséquent, toutes les fois que la charge totale des bateaux montans sera la même que celle des bateaux descendans, il n'y aura aucune perte d'eau; mais si la charge des bateaux descendans l'emporte,

comme il arrive dans la plupart des canaux de navigation, loin de perdre de l'eau dans le passage des écluses, les biefs supérieurs en recevront des biefs inférieurs.

Nous avons dit, et nous sommes très-persuadés, que la force d'un homme sera suffisante pour faire monter et descendre le plongeur; mais si l'on craignait que le frottement des chaînes et celui de l'axe du contre-poids et des poulies exigeassent une force supérieure à celle d'un homme pour les vaincre, il suffirait de placer un petit robinet, ou de faire un trou garni d'une soupape dans la partie inférieure de chacune des portes, afin de laisser introduire dans le sas ou de faire sortir une petite quantité d'eau qui, rompant l'équilibre du plongeur et du contre-poids, faciliterait la manœuvre.

D'après ce que nous venons d'exposer, on voit que, pour construire une écluse dont les dimensions seraient beaucoup plus considérables que celles indiquées ci-dessus, il suffirait de prévenir les effets qui pourraient résulter de la pression de l'axe du contre-poids sur les murs qui supportent les coussinets, et si l'on a quelque expérience sur la construction des machines en grand, on verra qu'il est facile de disposer les choses de manière à n'avoir pas à redouter ces effets.

Le balancier de la pompe à feu de Chaillot nous fournit un exemple d'une pression beaucoup plus forte que celle qui aura lieu dans la machine que nous proposons.

Cependant, si des circonstances locales exigeaient qu'on formât des chutes de quinze à seize pieds ($4^m 87$ à $5^m 2$), il serait prudent de les diviser en deux, en construisant deux sas accolés, et d'attendre, pour se hasarder à faire un plongeur de trente à trente-deux pieds ($9^m 74$ à $10^m 4$) de hauteur, que l'expérience ait fait connaître le degré de résistance que les matériaux peuvent atteindre. Par là même, si la différence de niveau entre les deux biefs devait être de vingt à trente pieds ($6^m 5$

à 9^m 74), il serait nécessaire de la distribuer en trois chutes, qui exigeraient autant de sas et de plongeurs.

Dans ce cas, il conviendrait d'isoler les sas, en mettant entr'eux un intervalle de trente à quarante toises (39^m à 78^m); mais si l'on voulait diminuer un peu la dépense que cette disposition exigerait, on pourrait les accoler, comme cela se pratique ordinairement, et les exécuter de la manière indiquée par les figures huitième et neuvième de la planche 1^{re}.

Il serait inutile d'entrer dans de plus grands détails sur la manière de construire ces sas, et de décrire les manœuvres successives des flotteurs pour le passage des bateaux; on les concevra facilement à l'aide des plans et de ce que nous avons dit ci-dessus.

Lorsque la différence de niveau à racheter surpassera trente pieds (9^m 74), on sera obligé de construire plus de trois sas; mais alors il sera à la fois plus économique et plus avantageux pour la promptitude de la manœuvre, de construire un plan incliné.

Celui que nous proposons diffère essentiellement de ceux qu'on a faits jusqu'à présent, dans la manière de tirer les bateaux du bief supérieur, pour les mettre sur les chariots qui doivent les porter au bief inférieur, *et vice versa*, et de celle qu'on emploie pour les tirer des chariots, afin de les faire flotter dans les biefs.

Nous allons expliquer comment on pourra y parvenir à l'aide du plongeur, et sans exiger d'autre force que celle du batelier ou de l'éclusier.

Description du plan incliné. (Planche III.)

La figure première de la planche III représente une section verticale du plan incliné, faite suivant la ligne A' B' C' D' E' du plan, figure

deuxième; la figure troisième est une coupe suivant la ligne F' G' du même plan.

On a mis dans la planche IV quelques détails du mécanisme sur une échelle plus grande, afin de les faire mieux comprendre, et, dans toutes les figures, les mêmes lettres se correspondent.

Légende explicative.

A, bief supérieur.

B, bief inférieur.

CC, DD, plan incliné sur lequel on établit deux chemins de fer par où doivent rouler les chariots qui portent les bateaux de l'un à l'autre bief,

La longueur des plans inclinés et leur hauteur dépendent souvent de la forme du terrain sur lequel on doit les établir. Cependant il y a des limites auxquelles il faut s'assujétir, surtout dans le rapport des bases et des hauteurs. Si l'angle du plan incliné était de moins de huit degrés, il serait très-difficile que le bateau qui descend pût faire monter l'autre, quoique le premier fût chargé et le second entièrement vide; et si l'angle était de plus de vingt-cinq degrés, les bateaux seraient trop inclinés, et les chaînes, ainsi que plusieurs autres parties de la machine, supporteraient un effort trop considérable dans le passage des bateaux. Ainsi, l'on doit prendre les angles de dix et de vingt-cinq degrés pour limites de l'inclinaison des plans inclinés: celui que nous décrivons fait, avec l'horison, un angle de quatorze degrés.

EF, deux sas d'écluses, placés l'un à côté de l'autre, pour recevoir les chariots qui transportent les bateaux d'un bief à l'autre. Dans les figures première et seconde de la planche III, on voit un chariot dans le sas de l'écluse, et un autre prêt à être introduit dans le bief inférieur.

On doit remarquer, 1^o que le plan du sas de l'écluse est horizontal ; 2^o que la continuation du plan incliné dans ce sas est en fonte, soutenue par des barreaux de fer ; 3^o qu'on a donné une plus petite pente à la partie du plan incliné qui est dans les sas, afin que le chariot fasse moins d'efforts contre la porte d'aval, et que sa plateforme soit horizontale ; ce qui permet de placer les bateaux et de les faire sortir avec plus de facilité.

Par ce que nous avons dit dans l'explication de l'écluse simple, on a vu que, pour que l'équilibre ait lieu entre les contrepoids et le plongeur, dans toutes les situations de celui-ci, il est nécessaire que les parois du sas et celles du récipient soient parallèles ; ou, ce qui revient au même, que chaque couche du fluide ait une égale surface dans toute la hauteur.

Il résulte de ce théorème, qu'en plaçant le chariot dans le sas de l'écluse, son volume nuirait à l'équilibre dans le mouvement du flotteur. Pour remédier à cet inconvénient, il faudra creuser une cavité à côté du sas, et lui donner une figure telle, que chaque section horizontale ait la même surface que celle d'une section faite à même hauteur dans le chariot.

On pourra même donner à cette cavité une hauteur plus grande que celle du chariot, et construire sa partie supérieure d'après le même principe, de manière qu'elle puisse contenir l'eau déplacée par un bateau vide ; alors on n'emploiera (comme on le verra par la suite), pour monter et descendre les bateaux, qu'un volume d'eau dont le poids sera égal à la charge de ces bateaux.

G, plongeur de la même construction que celui de l'écluse que nous avons déjà décrite.

H, conduit par où l'eau du réservoir *a* du plongeur passe dans la chambre I.

I, chambre triangulaire de laquelle l'eau du réservoir du plongeur se distribue à l'un ou l'autre sas,

J, porte qui doit s'ajuster aux deux côtés de la chambre I, afin de fermer la communication *b* ou la communication *c*, selon qu'on voudra passer l'eau dans l'un ou l'autre sas.

On devra remarquer, quand on déterminera les dimensions du plongeur, que cette chambre fait partie du sas de l'écluse.

K, portes d'amont qui s'ouvrent et se ferment de la manière accoutumée.

L, portes d'aval qui s'ouvrent vers la partie inférieure, c'est-à-dire, en sens contraire de ce qui se pratique dans les écluses ordinaires.

MM, arcboutans qui servent à soutenir les portes contre la pression de l'eau. Pour laisser les portes entièrement libres, il suffit de tourner les leviers *d*, de *e* vers *f* (figure cinquième, planche *iv*). La figure sixième de la même planche représente une des portes d'aval avec son arcboutant.

NO, treuils autour desquels s'enveloppent les cables ou chaînes qui servent à tirer les chariots, lorsque les bateaux y sont placés.

On doit remarquer que les axes de ces treuils ne se trouvent pas dans la même ligne, et que le mouvement se communique de l'un à l'autre au moyen des roues dentées *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, de la manière suivante,

Les roues *h*, *l*, sont fixées aux axes de treuils *NO*; les roues *i*, *k*, sont du même diamètre et font corps avec leurs arbres *n*, *o*: à l'autre extrémité de ces arbres sont deux autres roues *g*, *m*, et qui peuvent

tourner dans les mêmes arbres à frottement doux ; mais on peut les fixer en approchant la tapette *rs* (voyez les figures neuvième et dixième de la planche *iv*), au moyen du levier *pq*, ou les laisser libres en retirant cette tapette, jusqu'à ce qu'elle ne touche plus les pitons *t*, *z*, fixés aux bras des roues. Il est évident que lorsque les tapettes seront éloignées des roues, chacun des treuils pourra tourner sans communiquer son mouvement à l'autre ; et que lorsqu'on approchera la tapette de la roue du treuil en mouvement, celui-ci fera tourner l'autre d'autant plus vite qu'il y aura plus de différence entre les diamètres des roues dentées. La grandeur de ces diamètres dépend de la longueur des plans inclinés et de celle des bateaux. Les diamètres des roues fixées aux axes des treuils doivent être à ceux des petites roues des arbres, comme la longueur totale du plan incliné est à cette même longueur diminuée de celle du bateau.

On concevra aisément les motifs de cette disposition, quand nous expliquerons la manière de faire passer les bateaux d'un bief à l'autre.

PQ, leviers pour approcher les freins *tt*, *uu* des roues *xx* fixées aux treuils, afin de modérer la vitesse des chariots qui portent les bateaux lorsqu'ils descendent.

RR, chariots de charpente armés de tirans en fer.

Les diamètres des roues qui roulent sur les chemins en fonte du plan incliné doivent être tels, que quand le chariot est logé dans le sas de l'écluse, sa surface supérieure se trouve horizontale : à la partie supérieure des chariots sont attachées les cordes ou chaînes qui doivent les tirer ; elles devront s'enrouler autour des treuils *NO*, l'une par dessus et l'autre par dessous, en sorte que l'une se déroule, tandis que l'autre s'enveloppe.

SS, bateaux parallépipèdes, tels qu'on les emploie dans la plupart des canaux de l'Angleterre.

T, réservoir pratiqué à côté de celui du plongeur : ces deux réservoirs doivent se communiquer au moyen d'un tuyau garni d'une soupape, à laquelle un levier placé près de terre est disposé de manière que l'homme qui doit lever ou descendre le plongeur puisse avec son pied lever ou fermer la soupape à volonté. Il doit y avoir une autre communication construite de la même manière entre le bief supérieur et le réservoir du plongeur.

La figure septième de la planche IV représente le contrepoids vu de côté; et, dans la figure huitième, on le voit en perspective.

Manière de monter et de descendre les bateaux. (Planche III.)

Le plongeur étant levé, les portes d'amont K fermées, et celles d'aval ouvertes, nous supposerons qu'un des chariots se trouve placé dans le sas, que l'autre soit plongé dans le bief inférieur, et que l'on veuille descendre un bateau entièrement chargé et en monter un autre vide ou plus léger que le premier. Tandis que le batelier fait arriver le bateau sur le chariot qui est dans le bief inférieur, et qu'il passe par dessus ce bateau la chaîne qui doit l'empêcher de glisser en montant, l'éclusier ferme la porte d'aval du sas dans lequel se trouve le chariot, et fait descendre le plongeur jusqu'à ce que l'eau du sas soit à la même hauteur que celle du bief supérieur; il ouvre la porte d'amont, introduit dans le sas le bateau qui doit descendre, passe le morceau de chaîne pour l'assujétir au chariot et referme la porte (1) décrite; il met ensuite la tapette qui convient pour lier les roues d'engrénage, de façon que le treuil, autour duquel s'enroule la corde du bateau qui doit descendre, ait moins de vitesse que le treuil qui reçoit la corde du bateau qui doit monter. Ces dispositions faites, il commence à lever le flotteur; mais aussitôt que le bateau touche le plan du chariot, et qu'il sent la résis-

(1) On doit observer que, lorsque le bateau est entré dans le sas, il s'est introduit dans le bief supérieur un volume d'eau égal à celui déplacé par ce bateau.

tance opposée par le flotteur, à cause du déplacement de l'eau par le bateau, il met le pied sur le levier z pour lever la soupape qui ferme la communication entre le bief supérieur et le réservoir du plongeur, et laisse introduire l'eau nécessaire pour que le plongeur se trouve toujours en équilibre avec le contrepoids; ce qu'il reconnaît toujours facilement par l'effort qu'il est obligé de faire (1).

Le plongeur étant levé, le bateau posé sur le chariot et le sas entièrement vide, l'éclusier tourne l'archoutant M qui soutenait la porte d'aval, ouvre celle-ci, et le chariot se trouvant abandonné, glisse sur le plan incliné jusqu'à ce qu'il soit prêt à entrer dans le bief inférieur. A ce moment, l'autre bateau sera déjà parvenu dans le second sas, à cause de la plus grande vitesse du treuil qui l'avait tiré.

(C'est dans cette situation que les bateaux sont représentés dans la figure de la planche III.)

On ferme alors la porte de ce sas en la fixant avec son archoutant, et, au moyen du levier p ou q , on écarte la tapette de la roue d'engrénage. Les deux treuils n'étant plus liés entr'eux, le chariot inférieur finit sa course, et le bateau s'introduit dans le bief, où le batelier détache la chaîne qui le retenait, et le fait sortir du chariot.

On doit observer que, dans le mouvement des bateaux sur les plans inclinés, si celui qui descend acquiert une trop grande vitesse, on la modère facilement en approchant le frein tt de la roue x , au moyen du levier P qu'on presse avec le pied.

Pour faire passer le bateau qui est dans le sas au bief supérieur ;

(1) Le volume d'eau qu'on est obligé d'introduire dans le réservoir du plongeur pour rétablir l'équilibre, est égal à celui qui est entré dans le bief lorsque le bateau en est sorti : on ne fait donc pas la moindre perte d'eau pour mettre les bateaux à sec, et les placer sur le chariot.

l'éclusier tourne la barre ou porte J, pour changer la communication des sàs avec le réservoir du plongeur, et baisse celui-ci jusqu'à ce que l'eau touche le fond du bateau; à ce moment, il éprouve une résistance de la part du poids du contrepoids, et, pour la vaincre, il ouvre avec son pied la soupape qui fermait la communication entre le réservoir du plongeur et le réservoir T, et fait passer ainsi l'eau nécessaire pour que le plongeur puisse achever sa course. Le volume d'eau qu'il introduit est égal à celui qui déplace le bateau.

Lorsque le niveau de l'eau est arrivé de cette manière au niveau de celle du bief supérieur, il détache le bateau et le fait passer dans le canal, après avoir ouvert la porte d'amont.

Il est facile de concevoir que la quantité d'eau qui a passé du bief supérieur au réservoir pendant l'opération, est égale en poids à la charge du bateau montant. Cette eau peut être introduite dans le bief inférieur pour réparer les pertes occasionnées par les filtrations et l'évaporation; mais si les bateaux montans étaient entièrement vides, il n'y aurait pas la moindre dépense d'eau dans leur passage d'un bief à l'autre.

Comme dans la plupart des canaux de navigation, la charge qui descend est plus forte que celle qui monte, on pourrait faire en sorte que tous les bateaux montans fussent moins chargés que les descendans, afin que ceux-ci pussent, par leur propre poids, tirer les autres, et vaincre les frottemens des poulies et des cordes; on n'aurait alors besoin d'aucun autre mécanisme que celui que nous avons décrit; mais si l'on voulait faire monter des bateaux plus chargés que ceux qui descendent, il faudrait ajouter une roue mue par un petit courant tiré du bief supérieur, ou bien un manège ou une pompe à feu qui puisse aider le bateau descendant à monter l'autre. On pourrait même employer une caisse remplie d'eau qu'on placerait sur le chariot descendant, et qui servirait de puissance au bateau montant.

Quoique l'opération du passage des bateaux paraisse un peu compli-

quée, je suis persuadé que, dans un plan incliné de quarante pieds (13^m) de hauteur et deux cents pieds (65^m) de longueur, on peut faire descendre un bateau et en remonter un autre dans cinq à six minutes : ce que j'ai jugé d'après l'expérience, sur un modèle que j'ai fait construire il y a six ans (1), et d'après ce que j'ai vu pratiquer en Angleterre, dans le passage des bateaux sur des plans inclinés.

Application des principes précédens aux Canaux de navigation.

Je ne m'arrêterai pas à combattre les opinions de quelques Ingénieurs qui, n'ayant eu d'autre modèle à suivre que le canal du midi, ou les copies qu'on en a faites, veulent que tous les canaux soient construits sur le même plan. La plupart des raisons qu'ils donnent de leur préférence pour les grands bateaux et les canaux très-larges, sont d'autant plus faibles, qu'elles reposent ou sur des hypothèses invraisemblables, ou sur des usages qu'il est plus facile de détruire que de continuer un système qui écarte les principes d'économie qu'on doit toujours avoir en vue, pour pouvoir multiplier ces sortes d'ouvrages et faire le transport avec le moins de dépense possible.

Parmi toutes les objections qu'on fait au système des petits canaux, il y en a deux principales qui méritent d'être examinées : la première, c'est qu'on doit dépenser une plus grande quantité d'eau dans les écluses des petits canaux; la seconde, c'est qu'on doit employer beaucoup plus de tems à faire passer les bateaux en suivant la manœuvre ordinaire.

Ces objections ne sont pas sans fondement : en effet, supposons que les sas des écluses aient des dimensions convenables pour recevoir des bateaux de quatre-vingts tonneaux; si nous réduisons les bateaux à ne porter que dix tonneaux, chacun n'occupera que le quart de la surface

(1) Il se trouve maintenant à Madrid, dans le cabinet des machines du roi d'Espagne,

qu'occupait le grand bateau, et un sas d'une longueur moitié moindre suffirait pour le passage de ces petits bateaux ; mais, comme pour passer la même charge de quatre-vingts tonneaux, il faudra huit éclusées, la dépense d'eau sera double de celle qui aurait eu lieu dans le passage d'un seul grand bateau ; et, dans quelques circonstances, elle sera encore plus forte.

Si l'on voulait se servir d'écluses des dimensions ordinaires pour contenir quatre petits bateaux à la fois, la perte serait la même, puisqu'il faudrait deux éclusées pour faire passer les huit bateaux qui porteraient la charge du grand.

La perte de tems est encore plus considérable ; on sait que pour le passage d'un bateau dans un des sas du canal du Midi, ou du canal du centre, on met ordinairement un quart d'heure, et je n'ai jamais vu mettre moins de douze minutes. Si l'on faisait des écluses pour des petits bateaux, comme les pertuis des portes diminueraient dans la même proportion, la hauteur restant la même, on gagnerait très-peu de tems dans le passage de chaque bateau ; ou plutôt, on perdrait encore davantage. En effet, le premier bateau passé, il faudrait le tems de remplir et de vider chaque sas pour le passage de chacun des autres ; au lieu que, dans le cas du grand bateau, on n'a besoin que du tems nécessaire pour remplir ou vider le sas, puisque l'éclusier, dès qu'il voit venir le bateau de loin, prépare son sas pour le recevoir ; c'est-à-dire, qu'il le remplit d'avance et tient les portes d'amont ouvertes, si le bateau doit descendre, ou qu'il vide ce même sas et ouvre les portes d'aval, si le bateau doit monter.

Ainsi, en supposant une grande exactitude dans le service des petites écluses, il faudra supposer au moins dix minutes pour chaque bateau d'un convoi, ce qui ferait une heure vingt minutes pour le passage des huit bateaux dans chaque écluse, tandis que la même charge portée par un seul bateau, passerait dans un quart d'heure dans un sas ordinaire.

On doit juger, d'après cet exposé, du peu de trajet que pourraient faire les petits bateaux dans le cas où on emploierait la méthode ordinaire, surtout si les sas étaient rapprochés les uns des autres. Ainsi, les partisans des petits canaux ont eu toujours en vue de supprimer les sas d'écluses, et pour les remplacer, ils ont proposé différens moyens mécaniques qui, ayant des inconvéniens, ont été rejetés par des ingénieurs très-habiles, peut-être avec beaucoup de précipitation et sans avoir bien examiné jusqu'à quel point ils pouvaient être utiles, suivant les circonstances locales et l'objet de la navigation.

Le système des plans inclinés ne permet pas, par sa nature, de se servir des bateaux de grande dimension, à cause des grands efforts qu'auraient à vaincre les cordes ou chaînes qui tirent les bateaux; ou par la trop forte pression qu'éprouveraient les axes des treuils et des chariots, et même par les efforts que ferait la charge sur les bateaux, qui les mettraient bientôt hors de service. D'un autre côté, les petites écluses pour les bateaux tels, qui sont indispensables pour être portés sur des plans inclinés, exigeraient, comme nous avons vu, plus d'eau et de tems pour passer la charge d'un grand bateau. Ces raisons ont empêché jusqu'à présent d'employer dans un même canal les deux moyens des écluses et des plans inclinés, suivant les circonstances locales. On avait regardé ces deux systèmes comme incompatibles, et l'utilité des plans inclinés se trouvait très-bornée, puisqu'ils ne jouissent de tout leur avantage que quand il s'agit de racheter une grande hauteur.

Le moyen que je viens d'exposer pare à tous ces inconvéniens, puisqu'il n'occasionne aucune perte d'eau, et qu'en raison de la promptitude de la manœuvre pour remplir le sas, un bateau ne peut être plus de deux minutes à passer d'un bief à l'autre; en sorte que le tems nécessaire pour passer huit bateaux, est presque le même que celui qu'exigerait, dans le cas d'une écluse ordinaire, le passage d'un seul bateau dont le volume serait huit fois plus grand, ou, ce qui revient au même, que si la charge passait dans un bateau de huit fois plus de volume. Par conséquent on pourra, sans le moindre inconvénient, employer

désormais les écluses à plongeur pour les petites hauteurs, depuis cinq jusqu'à trente pieds, et construire des plans inclinés, tels que nous les avons décrits, quand les hauteurs seront plus grandes.

En supposant qu'on mit quatre minutes au passage de chaque bateau (chose qui est bien loin d'arriver), on pourrait passer, par heure, dans les écluses que nous proposons, quinze bateaux de dix tonneaux chacun, ce qui produit, pendant les dix heures de navigation, une charge de quinze cents tonneaux, quantité bien plus considérable que celle dont on peut avoir besoin dans le point le plus commerçant d'un État. Ainsi, je ne vois plus quels seraient les motifs pour lesquels les ingénieurs préféreraient les grands bateaux de quatre-vingts et cent tonneaux, qui supposent des canaux larges et profonds à proportion, à ceux que nous proposons, qui navigueront facilement dans un canal qui en pourra contenir deux dans la plus grande largeur, et qui aura quatre pieds (1^m 50) de hauteur d'eau.

Le convoi des huit bateaux peut être tiré par un seul cheval, puisqu'ils éprouveraient moins de résistance de la part de l'eau, qu'un seul bateau qui porterait la même charge. (Ce qu'on a très-bien reconnu en Angleterre, où l'on a eu des occasions de faire différentes comparaisons sur cet objet.) Les dépenses des déblais des terres seraient beaucoup moins considérables et les ouvrages de maçonnerie exigeraient une moindre dépense,

L'avantage que présente l'écluse que nous proposons de ne pas dépenser d'eau dans le passage des bateaux, est très-important; car on évite par là les grands réservoirs qu'on est obligé de faire dans les points de partage, et les rigoles toujours très-dispendieuses qui amènent les eaux à ces réservoirs.

En faisant les écluses de la manière que nous avons indiquée, beaucoup de canaux projetés et abandonnés, parce qu'ils manquaient de l'eau nécessaire pour le passage des bateaux dans les écluses, deviendraient pra-

ticables, puisqu'il ne faudrait plus au point de partage; et dans toute la longueur du canal, qu'un volume d'eau qui puisse réparer la perte occasionnée par les filtrations et les évaporations, et qu'il serait difficile de trouver un terrain tellement aride, qu'il ne puisse fournir cette petite quantité d'eau; d'où je conclus que, par notre méthode, il n'y a pas de pays où l'on ne puisse établir, entre deux points donnés, des communications par eau de la manière la plus économique, et qui auront les mêmes avantages que les grands canaux qu'on a pratiqués jusqu'à présent en France. Je me croirais heureux, si le moyen que je présente pouvait contribuer à la prospérité de son commerce,

Le travail que je viens de présenter à la Classe a été achevé il y a plus de six ans; et j'ai fait exécuter des modèles de l'écluse et du plan incliné qui existent à Madrid, dans le cabinet des machines du roi d'Espagne, où le public les a vus depuis ce tems; il y a même à Paris différentes personnes qui pourront déposer comme témoins oculaires de ce que j'avance.

Aussitôt que je suis arrivé dans cette capitale, j'ai fait exécuter le modèle qui est devant vous, et je l'ai montré à plusieurs savans qui m'ont honoré de leur approbation, et entr'autres, à M. Girard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui m'a dit avoir lu, dans le Répertoire des Arts et Manufactures, imprimé en Angleterre, la description d'un mécanisme qui avait quelque analogie avec le mien.

Je me suis procuré cet ouvrage périodique; et, en effet, j'ai vu, dans le quinzième volume, la copie d'une patente accordée, le 30 décembre 1800, à M. Lanson Hulleston, pour un moyen de monter et de descendre les bateaux dans un canal par le moyen d'un ou de plusieurs plongeurs. Quoique nous soyons partis du même principe, nous différons entièrement sur la manière de mettre le plongeur en équilibre.

Dans la méthode anglaise, pour retirer le plongeur de l'eau, on emploie des poulies, des chaînes et des treuils, qui exigent une puissance considérable pour vaincre les frottemens, et l'équilibre n'a pas lieu dans toutes les positions. Dans cet état, le moyen devient presque impraticable; mais, avec les modifications que je propose, il est si simple, qu'il ne laisse aucun doute sur le succès dans l'exécution en grand. Cependant j'avais renoncé à vous présenter le fruit de mes recherches; et si je me suis décidé

à vous l'offrir, c'est par les conseils de différens membres de cet Institut, qui, ayant vu mon Mémoire, ont désiré que je vous le fisse connaître, puisqu'il pouvait être très-utile, et donnerait une nouvelle preuve de l'influence de la science sur les progrès des arts.

Je crois que l'application que je fais du même moyen pour tirer les bateaux de l'eau et les charger sur les chariots qui les portent sur des plans inclinés, sans perte d'eau et sans exiger d'autre puissance que celle du batelier, est d'une grande importance dans la navigation intérieure.

L'Institut jugera le degré de mérite que peut avoir mon travail; et je déclare que je renonce à la gloire qui peut appartenir au premier qui aura eu cette idée, puisque je ne puis pas montrer de preuves *imprimées* qui puissent justifier ma priorité. Il me suffira de vous prouver que je ne l'ai copié nulle part; ce qui, je crois, est bien démontré en voyant, d'après le Mémoire, la marche que j'ai suivie dans mes recherches.

INSTITUT NATIONAL.

CLASSE

DES SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES.

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques, certifie que ce qui suit est extrait du procès-verbal de la séance du lundi 14 septembre 1807.

M. DE BÉTANCOURT, Inspecteur général des Canaux et grandes Routes d'Espagne, a présenté à la Classe le modèle d'une écluse qu'il a inventée, applicable aux canaux de petite navigation, avec un Mémoire renfermant la théorie de la construction et l'usage de cette écluse, tant pour le cas où les biefs, placés à la suite les uns des autres, ne sont séparés que par des chutes verticales, que pour les cas où les descentes s'opèrent sur des plans inclinés.

La Classe a chargé MM. Bossut, Monge et Prony de lui faire un rapport sur les objets présentés par M. de Bétancourt.

Les principales conditions que l'auteur s'est proposé de remplir, sont l'économie de l'eau et celle du tems. On va exposer les moyens qu'il propose pour satisfaire à ces deux conditions.

Le sas de l'écluse, dans lequel il introduit les bateaux qui montent ou descendent, communique par une grande ouverture pratiquée au fond de ce sas dans l'épaisseur d'un des murs de bajoyers, avec un puits à base

rectangulaire, creusé derrière le même mur qui sert de revêtement à l'une des faces du puits, dont les trois autres faces et la base sont également revêtues en maçonnerie. La base du puits doit être, pour remplir l'objet auquel il est destiné, plus basse que le dessus du radier du sas, ou que le seuil de la porte inférieure.

D'après ces dispositions, supposant qu'un bateau entre du bief inférieur dans le sas, la porte d'aval étant ouverte, l'eau se trouvera au même niveau dans le bief inférieur, dans le sas et dans le puits. Si alors on ferme la porte d'aval, et qu'on oblige un flotteur de s'immerger en partie dans l'eau du puits, cette eau s'élèvera tant dans ce puits que dans le sas, de manière à occuper au dessus de son premier niveau un volume égal au volume d'eau déplacé au dessous de ce même niveau. S'il y a très-peu d'espace entre la paroi du flotteur et celle du puits, la presque totalité de la masse d'eau élevée se trouvera dans le sas; et si le puits et le flotteur ont les dimensions convenables, l'enfoncement du flotteur pourra être tel, que l'eau du sas s'élève à la hauteur de celle du bief supérieur, dans lequel le bateau entrera par la porte d'amont. Un bateau descendant étant alors introduit dans le sas, l'immersion ou l'élévation du flotteur fera abaisser l'eau de ce sas à son premier niveau, de manière qu'en ouvrant la porte d'aval, le bateau descendant passera dans le bief inférieur. En répétant cette manœuvre, on fera monter et descendre autant de bateaux qu'on voudra.

Nous ferons sur ce premier exposé les observations suivantes, savoir : 1° dans le cas où les bateaux montans et descendans se succéderaient en marchant en sens contraire, comme dans l'exemple qu'on vient de citer, chaque immersion ou emmersion du flotteur procurerait la traversée d'un bateau; et, dans le cas où plusieurs bateaux succéderaient en marchant dans le même sens, chaque traversée exigerait les deux opérations. 2°. Dans le premier cas, le bief supérieur ne ferait aucune dépense, parce que le volume d'eau égal au volume déplacé par le bateau, qui lui serait enlevé au passage du bateau montant, lui serait rendu au passage du bateau descendant; dans le deuxième cas, le bief supérieur gagnerait ou perdrait

respectivement autant de ces volumes d'eau qu'il y aurait de bateaux allant dans le même sens, qui monteraient ou qui descendraient.

Voilà donc un procédé simple et direct pour faire monter et descendre des bateaux dans des sas d'écluse; mais son application aurait de grands inconvénients, et serait même impraticable, si on ne trouvait pas le moyen d'opérer l'immersion et l'émersion du flotteur sans dépense de force, ou du moins en n'employant d'autre effort que celui dont un homme est capable sans se fatiguer. C'est dans la découverte de ce moyen que consiste principalement le mérite d'invention de M. de Bétancourt.

L'idée de tenir le flotteur continuellement en équilibre par un contre-poids se présentait naturellement, mais il fallait en réduire l'exécution à des pratiques sûres et faciles.

M. de Bétancourt a d'abord cherché, par les principes de l'analyse mathématique et de l'hydrostatique, quelle était la courbe sur laquelle devait se mouvoir le centre de gravité du contre-poids pour faire équilibre à un flotteur de figure quelconque dans toutes les positions : le fluide étant ou non indéfini, il a donné l'équation différentielle de cette courbe dont les indéterminées sont séparées, et qui, par conséquent, dans chaque hypothèse sur la forme du plongeur, peut s'intégrer exactement ou se ramener aux quadratures.

Passant ensuite au cas où le flotteur est un parallépipède, ou, en général, un prisme dont les arrêtes sont perpendiculaires à la base, il est parvenu à ce résultat extrêmement heureux, savoir, que, dans le cas dont il s'agit, la courbe décrite par le centre de gravité du contre-poids doit être un cercle; et l'équilibre aura lieu dans toutes les positions, si, en remplissant cette condition, on fait ensorte que les différentes élévations du flotteur, à partir de la position initiale, soient dans un rapport constant avec les cordes des arcs décrits par le centre de gravité du contre-poids, l'équilibre étant préalablement établi dans la position initiale et dans une autre position quelconque.

Pour appliquer ce résultat à la construction de son écluse , M. de Bétancourt rend le poids du flotteur égal au poids de l'eau qu'il déplace dans son état de plus grand abaissement. Dans cet état initial, le flotteur est suspendu à l'extrémité de la branche horizontale d'un levier coudé à angle droit, dont l'autre branche verticale porte un poids mobile qui peut couler le long de cette branche , et être fixé quand il se trouve dans la position où on veut qu'il soit : ce levier coudé tourne autour d'un axe horizontal placé à l'assemblage de ses deux branches ; une poulie, tangente à la chaîne verticale qui tient le flotteur suspendu, est fixée solidement vers le sommet et en dedans de l'angle formé par la chaîne et la branche horizontale du levier , de manière que dès qu'on élève cette branche horizontale, ou qu'on incline la branche verticale, la chaîne de suspension du flotteur coule sur la gorge de la poulie, et se maintient toujours verticale au dessous de cette poulie.

Cette disposition conçue, on voit que l'équilibre est établi dans sa position initiale, au poids près de la branche horizontale du levier, qui est très-petit en raison du rapport au poids de la branche verticale, et qu'on peut annuler par un contrepoids particulier. Il suffit donc de placer le système dans une autre position quelconque, et de fixer le poids mobile qui peut glisser le long d'une des branches du levier coudé à une distance de l'axe de ce levier, telle, que le système soit encore en équilibre dans la seconde position. Cette préparation fort simple étant achevée, les conditions ci-dessus indiquées seront satisfaites, et l'équilibre aura lieu dans toutes les positions.

C'est d'après ces principes que M. de Bétancourt a composé le projet d'écluse dont les dessins sont joints à son mémoire, et le modèle en relief, mis sous les yeux de la Classe, rend sensible de la manière la plus satisfaisante l'accord entre les résultats du calcul et ceux de l'expérience.

M. de Bétancourt a disposé son projet de manière à le rendre sus-

ceptible d'une exécution immédiate et d'une construction conforme aux règles de l'art. Les principales dimensions de cette construction sont :

Chute de l'écluse.....	2 ^m 60
Longueur du sas.....	6 98
Largeur du sas.....	2 17
Longueur du flotteur.....	4 87
Largeur du flotteur.....	3 57
Hauteur du flotteur.....	5 28

L'auteur suppose que les bateaux seront de huit à dix tonneaux (chaque tonneau représente le poids d'un mètre cube d'eau) de forme prismatique, et qu'ils tireront 0^m 87 d'eau, la profondeur d'eau des biefs étant de 1^m 30. Pour rendre plus libre l'entrée du bief inférieur dans le sas, il ouvre la porte d'aval en la faisant mouvoir sur deux poulies dans une direction perpendiculaire à l'axe du sas, et la faisant entrer dans une ouverture latérale pratiquée à l'extrémité d'un des murs de bajoyers.

M. de Bétancourt pense qu'on peut exécuter son écluse sur des dimensions plus considérables que celles ci-dessus rapportées; cependant il conseille, lorsque la chute sera de plus de cinq mètres, de la soudiviser en plusieurs chutes partielles. L'un de ses dessins offre une disposition d'écluses accolées qu'on peut exécuter dans ce cas; mais il pense, avec tous les ingénieurs instruits, qu'il faut en général donner la préférence aux écluses séparées.

M. de Bétancourt a employé la fin de la partie descriptive de son Mémoire, et consacré deux planches et ses dessins à l'exposition des moyens d'application de son système d'écluse à la montée et à la descente des bateaux le long des plans inclinés.

Le cas où toute l'économie d'eau que comporte ce système a lieu, est celui où chaque descente d'un bateau correspond à la montée d'un

autre bateau ; en ajoutant à cette condition que le bateau descendant a sur le bateau montant un excès de poids capable d'opérer l'ascension de ce dernier.

Nous allons d'abord décrire le mécanisme par lequel les bateaux montent et descendent le plan incliné, et nous parlerons ensuite des fonctions du flotteur et du moyen employé pour rendre ces fonctions possibles dans le cas dont il s'agit ici.

Chacun des chemins parcourus par les bateaux montans et descendans correspond à une écluse particulière placée à l'extrémité du bief supérieur. Le puits du flotteur est à côté de ces deux écluses, et communique immédiatement avec un réservoir pratiqué entr'elles, qui, lui-même, peut aussi communiquer à volonté avec l'un et l'autre de ces deux sas.

Les bateaux sont portés sur des chariots dont les roues tournent dans des ornières, ou rainures de fonte. Chaque bateau est retenu par une chaîne qui tient à une corde roulée sur un cylindre placé en amont de l'écluse correspondante supérieure. Ces deux cylindres se communiquent leur mouvement par un engrenage dont on parlera tout à l'heure, et tournent dans le même sens ; ce qui exige, pour qu'on puisse opérer la montée d'un bateau par la descente de l'autre, qu'une des cordes s'enroule par dessus son cylindre et l'autre par dessous.

Avant de faire voir comment le bateau descendant fait tourner les deux cylindres à la fois, il faut d'abord parler de la condition que l'auteur a voulu remplir en établissant la correspondance des mouvemens des deux bateaux,

Lorsque ces bateaux sont, l'un au sommet et l'autre au bas du plan incliné, la longueur de ce plan est une portion commune du chemin qu'ils ont à faire pour se rendre à leurs destinations respectives. Mais si, lorsque le bateau inférieur est au haut du plan incliné, une partie

du bateau supérieur se trouvait prête à être submergée dans le bief inférieur, il ne lui resterait pas, eu égard à cette immersion, la prépondérance nécessaire pour faire entrer le bateau montant dans le sas de son écluse où se trouve le prolongement de son plan incliné, quoique la pente de ce plan soit moindre dans le sas que hors du sas. Il faut donc, lorsque le bateau montant est prêt à entrer dans l'écluse supérieure, que le bateau descendant ait encore un certain espace à parcourir avant d'atteindre l'eau; c'est-à-dire, qu'il faut, pendant le tems employé par ce dernier bateau à parcourir le plan incliné, que le bateau montant fasse un chemin égal à la longueur du plan incliné, plus à l'espace qu'il doit parcourir pour se loger dans le sas, espace qui est à peu près égal à sa longueur.

M. de Bétancourt a satisfait à cette condition par l'arrangement et la proportion des engrénages, ainsi qu'on va le voir.

Les extrémités des cylindres qui sont en regard portent des roues dentées fixées à ces cylindres, et perpendiculaires à leurs axes; chacune de ces roues dentées engrène aux deux extrémités de son diamètre horizontal dans deux autres roues dentées, et chaque couple de ces quatre roues dentées, composée de deux roues en regard, est portée sur un axe commun; l'une des roues de la couple faisant corps avec l'axe commun, et l'autre pouvant tourner à frottement doux sur cet axe.

Le rapport entre le nombre des dents des deux roues d'une couple est celui qui existe entre la longueur du plan incliné et cette longueur augmentée de celle du bateau. Cette disposition ne permet pas de placer les axes des cylindres dans une même direction, et ils sont simplement parallèles entr'eux.

Les roues des couples qui tournent à frottement doux sur leur axe; sont placées aux extrémités de la diagonale du parallélogramme, dont les axes des couples forment deux côtés. Chacune de ces roues en particulier peut à volonté être fixée sur l'axe auquel elle appartient par le moyen

d'un taquet, et alors les deux roues de cet axe sont assujéties à tourner ensemble.

Ces détails conçus, qu'on imagine deux bateaux, l'un au sommet et l'autre au bas du plan incliné, attachés chacun à leur cylindre: si l'éclusier a fixé d'avance, ainsi qu'il doit le faire par le moyen de son taquet, la roue tournant à frottement doux de celle des deux couples qui rend la vitesse du bateau montant plus grande que celle du bateau descendant dans la proportion ci-dessus indiquée, le premier bateau supposé prépondérant non seulement fera franchir la chute au second, mais le placera dans l'écluse avant d'arriver au bief inférieur.

Lorsque la prépondérance du bateau descendant est telle, que la vitesse du système devient trop grande, on modère cette vitesse par le moyen connu d'un frein qu'on fait presser et frotter sur la circonférence d'une roue.

Il nous reste à parler des fonctions du flotteur et d'une disposition subsidiaire appliquée au cas du plan incliné

Ce flotteur est destiné à amener le bateau qui vient du bief supérieur au dessus du chariot introduit d'avance dans l'écluse, et à le faire échouer sur ce chariot. Le premier objet est rempli par l'immersion du flotteur, et le second par son emmersion; mais en conservant, comme il convient de le faire, la forme prismatique au flotteur, les conditions de l'équilibre sont dérangées par le volume et la forme du chariot placé dans le sas. M. de Bétancourt rétablit cet équilibre en pratiquant une cavité intérieure de forme et de dimensions telles, que les variations des hauteurs de l'eau soient toujours proportionnelles aux parties du volume du flotteur immergées ou emmersionnées, en ayant égard non seulement au chariot, mais encore au bateau supposé vide et placé sur ce chariot.

De plus, il creuse à côté de l'écluse un réservoir communiquant d'une part avec le bief supérieur, et de l'autre, avec le puits du flotteur :

cette dernière communication peut être ouverte et refermée à volonté par l'éclusier, au moyen d'un clapet à pédale, pendant la manœuvre du flotteur.

Ces précautions établies, si un bateau chargé, venant du bief supérieur, entre dans l'écluse supposée pleine, on élèvera le flotteur pour le faire échouer sur le chariot; mais, à compter de l'instant où il sera en contact avec le chariot, comme son tirant d'eau est dû à sa charge entière, et que les dispositions d'équilibre ne sont relatives qu'au tirant d'eau du bateau allège, les proportions de l'abaissement de l'eau tendront à être plus fortes que celles des volumes immergés, et le flotteur résistera à son ascension. L'éclusier détruira aussitôt cette résistance, en ouvrant le clapet de la communication entre le réservoir latéral dont on a parlé ci-dessus et le puits du flotteur; et l'eau qu'il sera obligé strictement d'introduire dans le puits pour achever d'élever le flotteur sans effort, sera égale au poids à la charge du bateau.

Si l'on observe que lorsque le bateau est entré dans le sas, il a fait entrer dans le bief supérieur un volume d'eau d'un poids égal à celui de sa charge et au sien propre, on verra que le poids d'eau du bateau vide étant supposé rentré dans le sas, l'eau supérieure se trouve au moment de la descente du bateau sur le plan incliné dans le même état où elle était avant que ce bateau entrât dans le sas.

Lorsqu'ensuite le bateau venant du bief inférieur et son chariot sont entrés dans l'écluse qui leur correspond, et qu'il s'agit de faire monter le bateau dans le bief supérieur, l'immersion du flotteur n'a aucune difficulté tant que l'eau, dans le sas, n'excède pas le point supérieur du tirant d'eau du bateau allège; et si le bateau est réellement allège, son élévation et son passage dans le bief supérieur s'opèrent sans effort.

Mais si ce bateau porte une charge ou portion de charge, lorsque l'eau est arrivée au point dont nous venons de parler, il faut qu'elle s'élève encore avant de faire flotter le bateau: il résulte de la forme du bateau

que les variations de cette élévation tendent à accroître dans une proportion plus forte que celle des volumes immergés, et le flotteur résiste à sa descente. L'éclusier surmonte cette résistance en ouvrant la communication entre le réservoir latéral et le puits du flotteur, en y introduisant par gradation une quantité d'eau égale en poids à la charge ou portion de charge du bateau.

Cette dernière quantité d'eau est perdue par le bief supérieur qui, ultérieurement, ne dépense en eau, pour la manœuvre des écluses, que le poids de la charge ou portion de charge des bateaux montans.

Lorsque cette charge des bateaux montans est telle, que les bateaux descendans n'ont plus la prépondérance nécessaire, il faut suppléer à ce défaut, soit par la chute d'une certaine quantité d'eau, soit par d'autres moyens mécaniques sur lesquels M. de Bétancourt ne propose rien de particulier.

Observations sur le Projet.

Le projet d'écluse soumis au jugement de la Classe par M. de Bétancourt, offre un exemple intéressant de l'application des principes de pure théorie aux objets d'utilité pratique; et nous sommes assurés que les conséquences qu'il tire de quelques principes incontestables de mécanique pour établir sa construction, sont de la plus rigoureuse exactitude.

Il emploie son moyen d'emplir et de désemplir un sas, 1° aux usages de la navigation par des canaux à écluses ordinaires simples ou accolées; 2° au passage des bateaux d'un bief à un autre, dont il est séparé par un plan incliné.

Nous ne voyons sur le premier point aucune objection à faire contre la possibilité de l'exécution de l'écluse à flotteur, surtout dans les dimensions auxquelles l'auteur se restreint. L'emploi des ressources connues de l'art pour obtenir la solidité et la durée de l'ouvrage n'offre pas

plus de difficulté dans cette construction que dans celle des écluses ordinaires ; la manœuvre doit être prompte, facile, et n'exige pas un éclusier plus intelligent que ceux auxquels on confie communément le service des canaux ; enfin, les pièces du mécanisme qui tient au flotteur sont d'une simplicité qui rassure contre la crainte de voir leur jeu fréquemment dérangé.

L'application du sas à flotteur aux plans inclinés comporte, par la nature de son objet, plus de complication que celles faites par M. de Bétancourt aux écluses ordinaires. La manœuvre en est aussi moins simple et exige un éclusier plus intelligent et plus adroit que les éclusiers ordinaires ; mais ces inconvéniens sont communs à toutes les constructions de plans inclinés, et ce qu'on peut exiger d'un constructeur ne doit être que de les diminuer le plus possible. Cette partie du travail de M. de Bétancourt est, comme l'autre, pleine d'invention et de détails ingénieux, et nous semble surtout réduire la dépense de l'eau à son *minimum*. Cependant il serait difficile, sans le secours de l'expérience, de se rendre un compte exact des avantages que sa construction peut avoir, d'ailleurs, sur les constructions de même espèce connues jusqu'à présent.

Le modèle d'écluse que M. de Bétancourt a présenté à la Classe, et dont il a bien voulu faire don à l'École impériale des Ponts et Chaussées, a été exécuté récemment à Paris. Il en existe un depuis plusieurs années, établi sur une grande échelle, dans la galerie des modèles de S. M. le Roi d'Espagne, où il est exposé publiquement. D'après cette circonstance, et la confiance parfaite que M. de Bétancourt doit nous inspirer, nous ne doutons pas qu'il n'ait tiré de son propre fonds toutes les idées consignées dans son Mémoire et dans le Rapport. Cependant il existe un ouvrage anglais qu'il nous a communiqué lui-même, où on trouve un projet d'écluse de M. Hudleston pour élever et abaisser l'eau dans un sas, au moyen de l'immersion et de l'emersion d'un flotteur, sans application aux plans inclinés. La patente de M. Hudleston est du 30 décembre 1800, et c'est à peu près vers ce tems que M. de Bétancourt a fait construire son modèle. L'auteur anglais a donc, quant à l'emploi du flotteur, l'avantage de

l'avoir publié le premier; mais, sur tous les autres points, ses moyens non seulement différent totalement de ceux de M. de Bétancourt, mais nous paraissent leur être inférieurs. Enfin, la Commission, pour ne rien laisser à désirer sur l'histoire de l'invention dont elle rend compte à la Classe, a comparé le moyen de M. de Bétancourt pour tenir le flotteur en équilibre dans toutes les positions, avec ceux employés par MM. Lavoisier et Meunier dans la construction du gazomètre, pour parvenir au même but. M. Meunier a donné deux solutions du problème qu'on trouve exposées dans *la Chimie de Lavoisier* et dans le volume des Mémoires de l'Académie des Sciences de 1782; mais l'un et l'autre ne sont sensiblement exacts que lorsque le levier a des inclinaisons assez petites pour que les arcs décrits puissent être censés égaux à leur sinus. Ainsi, la solution générale et rigoureuse du problème appartient exclusivement à M. de Bétancourt.

C O N C L U S I O N.

Nous pensons que le Mémoire de M. de Bétancourt mérite d'être imprimé dans la collection des pièces présentées à la classe par les savans étrangers.

Signé BOSSUT, MONGE; PRONY, *Rapporteur.*

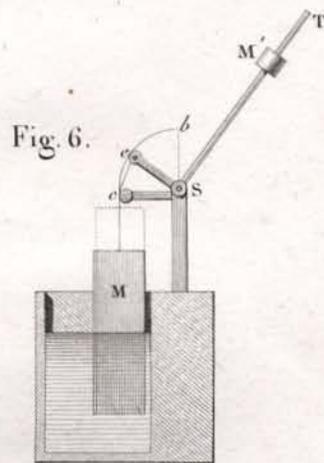
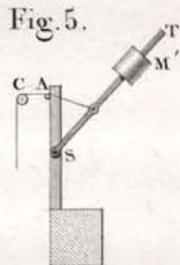
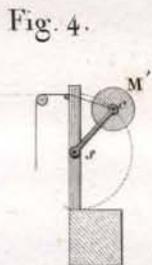
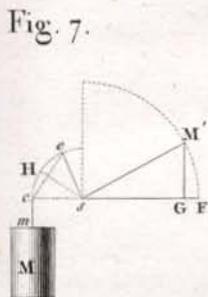
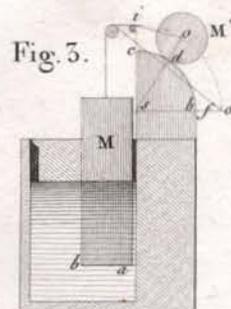
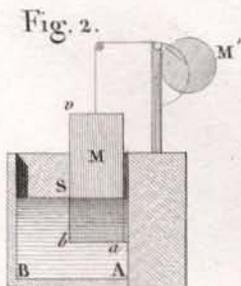
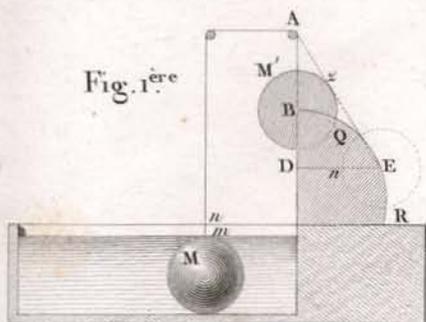
La Classe approuve le rapport et adopte les conclusions.

Certifié conforme à l'original.

A Paris, le 21 septembre 1807,

Le Secrétaire perpétuel, *signé* DELAMBRE.

Figures de la théorie de l'Ecluse à Plongeur.



Manière d'accoler les Sas des Ecluses à Plongeur.

Fig. 8.

Coupe sur la longueur

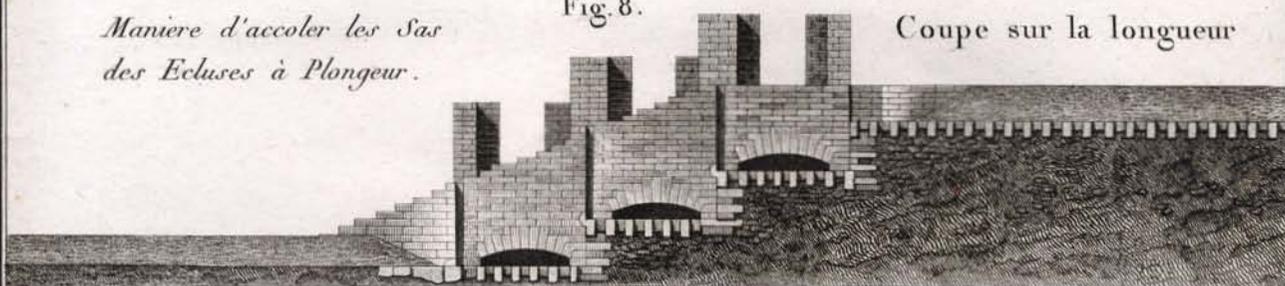


Fig. 9.

Plan des Ecluses.

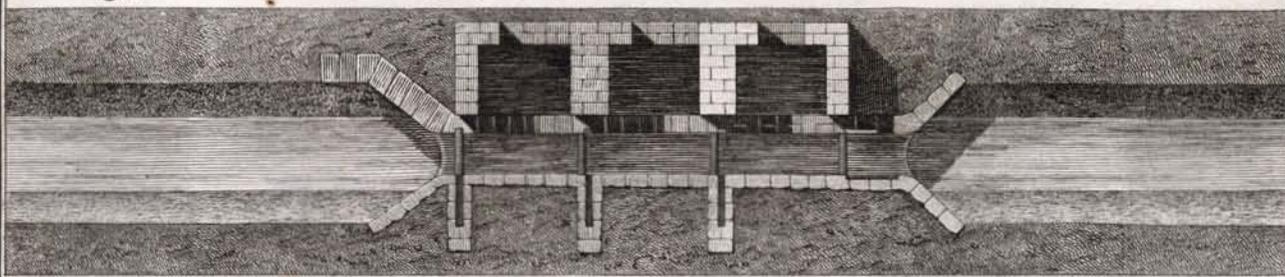
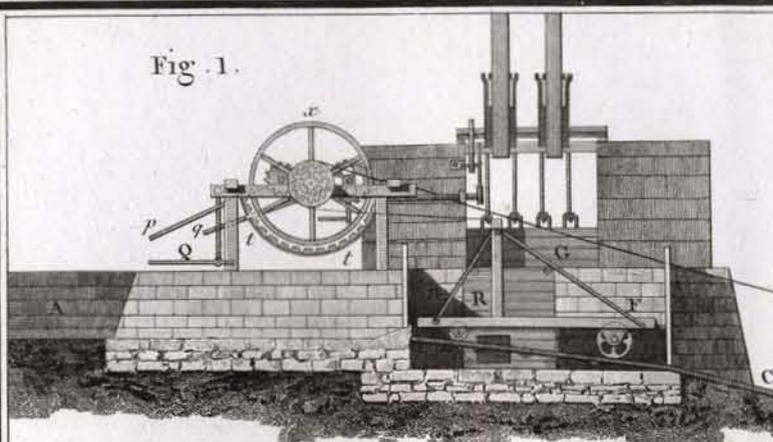


Fig. 1.



Coupe par la ligne A,B,C,D,E, du plan.

Coupe par la ligne F,G, du plan.

Fig. 5.

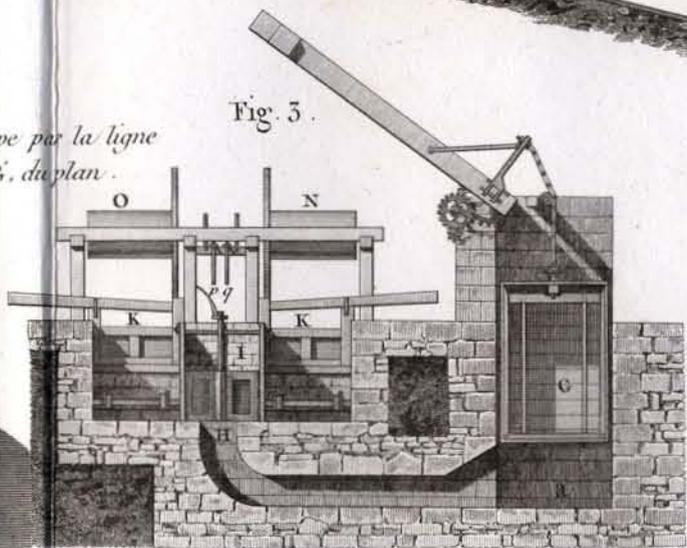
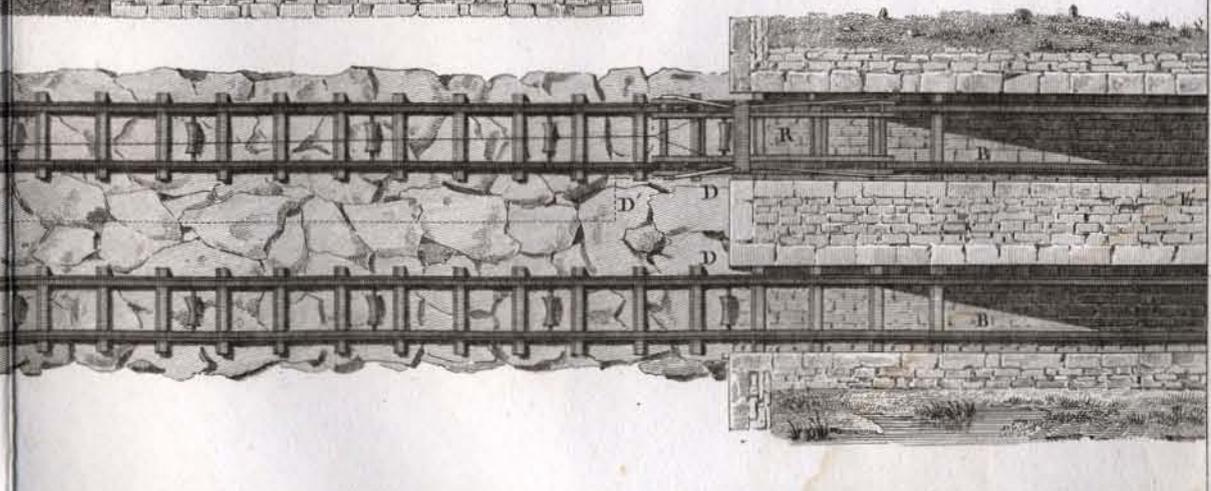
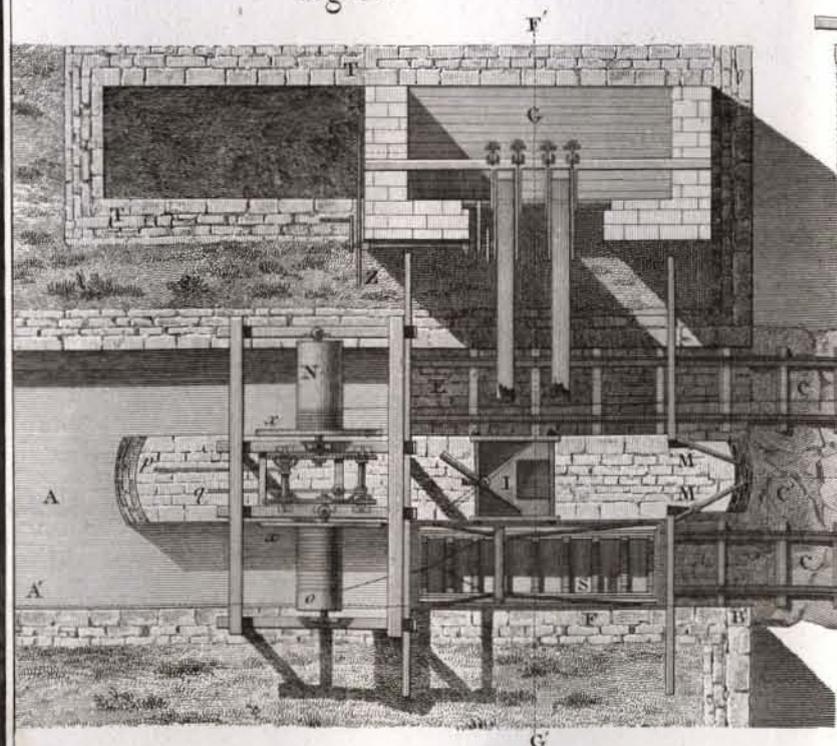


Fig. 2.



APPLICATION DE L'ECIUSE A PLONGEUR AUX PLANS INCLINÉS.

Gravé par Adam

