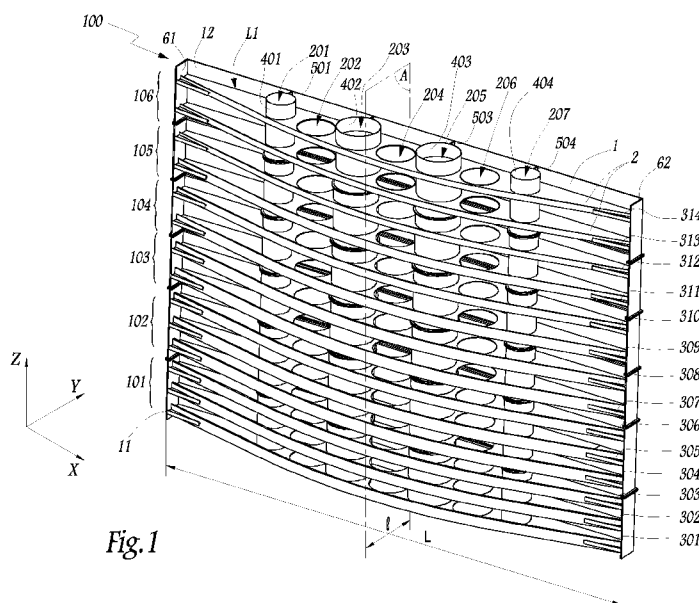




- (51) Classification internationale des brevets :  
*E02B 7/20* (2006.01)      *B60R 21/34* (2011.01)  
*B62D 25/12* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2012/057513
- (22) Date de dépôt international :  
25 avril 2012 (25.04.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1153565      26 avril 2011 (26.04.2011)      FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **AL-STOM HYDRO FRANCE** [FR/FR]; 3, avenue André Malraux, F-92300 Levallois Perret (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **CARDIS, Michel** [FR/FR]; 8, rue Hector Berlioz, F-38000 Grenoble (FR). **MICHEL, Alain** [FR/FR]; 12, rue du Général Ferrié, F-38100 Grenoble (FR).
- (74) Mandataires : **MYON, Gérard** et al.; Lavoix, 62, rue de Bonnel, F-69003 Lyon (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

(54) Title : WATER-GATE

(54) Titre : PORTE D'ECLUSE



(57) Abstract : The invention relates to a water-gate (100) that is intended to withstand pressure exerted by a liquid, said water-gate comprising: an essentially flat shell plate (1); and a plurality of thin cores (2) extending along the length of the shell plate (1), substantially parallel to one another. Each core (2) is solidly connected to the shell plate (1) and pierced with multiple disjoint holes (201-207). According to the invention, the water-gate (100) comprises at least one stiffener (401-404) formed by assembling multiple elements which are aligned along a longitudinal axis of the stiffener (401-404) and which each extend between the cores (2) without passing through said cores (2). Each element is solidly connected to a face of at least one core (2) around one of the holes (201-207).

(57) Abrégé : Cette porte d'écluse (100) est destinée à supporter une pression exercée par un liquide et comprend une tôle de bordé (1) globalement plane, une pluralité d'âmes minces (2) s'étendant le long de la tôle de bordé (1) et sensiblement parallèlement entre elles. Chaque âme (2) est solidarisée à la tôle de bordé (1) et chaque âme (2) est percée de plusieurs évide-

ments (201-207) disjoints. Selon l'invention, la porte d'écluse (100) comprend au moins un raidisseur (401-404) résultant de l'assemblage

[Suite sur la page suivante]

---

de plusieurs éléments qui sont alignés le long d'un axe longitudinal du raidisseur (401-404) et qui s'étendent chacun entre les âmes (2), sans traverser les âmes (2). Chaque élément est solidarisé à une face d'au moins une âme (2), autour de l'un des évidements (201-207).

## PORTE D'ECLUSE

La présente invention concerne une porte d'écluse destinée à supporter une  
5 pression exercée par un liquide sur tout ou partie de sa surface. Par porte d'écluse, on désigne une structure globalement plane susceptible de retenir un liquide à surface libre.

Lorsqu'elle est en service, une porte d'écluse sépare un bassin aval d'un bassin  
amont dans lequel se trouve le liquide à retenir. Ce liquide soumet la porte d'écluse à une  
pression répartie, variant en fonction du temps et de la distance au bas de la porte. Une  
10 porte d'écluse travaille donc en fatigue puisqu'elle subit des sollicitations cycliques. De plus, certaines portes, telles que les portes roulantes, levantes ou abaissantes, travaillent essentiellement en flexion, à la fois selon une direction verticale et selon une direction horizontale.

La structure des portes d'écluses connues comporte généralement une tôle de  
15 bordé globalement plane et située du côté aval, ainsi que plusieurs âmes ou voiles s'étendant horizontalement le long de la tôle de bordé, chaque âme étant solidarisée à cette tôle pour en reprendre les contraintes subies. En effet, la pression hydraulique exercée sur la porte est généralement transmise à deux montants verticaux situés respectivement de chaque côté de la porte, ce qui implique l'installation des âmes  
20 horizontales le long de la tôle de bordé. Ces âmes peuvent présenter une structure pleine ou en treillis.

De plus, une porte d'écluse conventionnelle comprend généralement des  
raidisseurs horizontaux secondaires parallèles aux âmes ainsi que des raidisseurs  
verticaux permettant d'assurer la rigidité verticale de la structure. Certains des raidisseurs  
25 verticaux peuvent présenter une forme de voile s'élargissant vers le bas de la structure.

En général, les âmes horizontales, les raidisseurs horizontaux secondaires et les  
raidisseurs verticaux sont soudés sur la tôle de bordé afin de reprendre les contraintes  
que subit cette dernière. En outre, les âmes pleines doivent elles-mêmes être munies de  
raidisseurs longitudinaux et transversaux pour éviter de se voiler selon une direction  
30 verticale.

La structure d'une porte conventionnelle présente donc l'inconvénient de  
nécessiter de très nombreuses soudures qui forment entre elles autant de croisements de  
soudures. Or, de tels croisements de soudure fragilisent la structure lorsqu'elle travaille en  
fatigue, comme c'est le cas des portes d'écluse. En particulier, les soudures  
35 transversales, qui s'étendent selon une direction essentiellement verticale, résistent mal aux variations des contraintes selon la hauteur de liquide et particulièrement aux

différences entre les contraintes exercées au-dessus et celles exercées au-dessous de la surface libre du liquide.

EP-A-1 972 722 divulgue une porte d'écluse qui comprend plusieurs âmes amincies s'étendant horizontalement le long de la tôle de bordé. Chaque âme présente plusieurs évidements globalement circulaires. Au moins un raidisseur tubulaire s'étend au travers des évidements de plusieurs âmes successives et est soudé aux âmes, sur la périphérie des évidements. Cette structure nécessite moins de soudures qu'une porte d'écluse conventionnelle, et s'avère plus résistante à la flexion et à la fatigue. Toutefois, il est relativement complexe de fabriquer une telle porte d'écluse car les évidements traversés par le raidisseur doivent être réalisés avec des dimensions précises de manière à obtenir un contact satisfaisant entre le raidisseur et les âmes, dans le but d'assurer la solidité des soudures.

A cet effet, l'invention concerne une porte d'écluse, destinée à supporter une pression exercée par un liquide. La porte d'écluse comprend une tôle de bordé globalement plane et une pluralité d'âmes minces s'étendant le long de la tôle de bordé et sensiblement parallèlement entre elles. Chaque âme est solidarisée à la tôle de bordé et chaque âme est percée de plusieurs évidements disjoints. La porte d'écluse de l'invention comprend au moins un raidisseur résultant de l'assemblage de plusieurs éléments qui sont alignés le long d'un axe longitudinal du raidisseur et qui s'étendent chacun entre les âmes, sans traverser les âmes. Chaque élément est solidarisé à une face d'au moins une âme, autour de l'un des évidements.

Grâce à l'invention, la structure de la porte d'écluse ne nécessite plus ou très peu de soudures transversales, si bien que sa résistance en fatigue est améliorée. De plus, les raidisseurs ne traversent pas les âmes horizontales puisqu'ils sont constitués de plusieurs éléments assemblés de part et d'autre des âmes, ce qui facilite la fabrication de la porte d'écluse

Selon d'autres caractéristiques avantageuses mais facultatives de l'invention, prises isolément ou selon toute combinaison techniquement admissible :

- pour chaque âme et dans le plan d'une âme, les évidements présentent une dimension maximale inférieure à une dimension maximale du raidisseur ; pour chaque élément, une partie annulaire de l'âme s'étend entre cet élément et l'évidement autour duquel s'étend cet élément ;

- chaque raidisseur est cylindrique à section circulaire en ce que les éléments du raidisseur sont tubulaires ;

- la porte d'écluse comprend des semelles solidarisiées chacune à une seule âme, au moyen de lignes de soudure s'étendant sur une partie substantielle des bords courbes respectifs des âmes ;

5 - l'ensemble constitué par une âme et la semelle solidarisiée à cette âme forme une poutre dont la section transversale est en forme de « T » ;

- la porte d'écluse est fabriquée en assemblant entre elles plusieurs parties composées chacune d'une partie de la tôle de bordé, de plusieurs âmes et de plusieurs éléments de chaque raidisseur ;

10 - les éléments du raidisseur qui sont situés au niveau des interfaces entre deux parties adjacentes sont solidarisiés directement les uns aux autres, notamment par soudage ou au moyen de boulons ;

- la porte comprend plusieurs raidisseurs ;

- chaque âme comprend un évidement ménagé entre deux raidisseurs adjacents, cet évidement n'étant pas entouré par un raidisseur ;

15 - la porte comprend au moins trois raidisseurs, les raidisseurs incluent au moins un raidisseur central et deux raidisseurs latéraux qui sont situés entre le raidisseur central et un montant latéral de la porte d'écluse et dans le plan d'une âme, chaque raidisseur central présente une dimension maximale supérieure à une dimension maximale des raidisseurs latéraux.

20 L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre d'une porte d'écluse, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une porte d'écluse conforme à l'invention ;

25 - la figure 2 est une vue de dessus de la porte d'écluse de la figure 1 ;

- la figure 3 est vue de côté de la porte d'écluse de la figure 1 ; et

- la figure 4 est une coupe selon le plan A à la figure 1.

30 La figure 1 montre une structure plane apte à former une porte d'écluse 100. Dans l'exemple des figures, la porte d'écluse est une porte levante, c'est-à-dire qu'elle est levée en translation verticale pour permettre la communication des bassins amont et aval. Pour cela, des éléments d'accrochage non représentés sont prévus de chaque côté de la structure pour permettre de fixer la porte d'écluse sur un mécanisme d'élévation connu en soi et qui n'est pas décrit.

En variante, la porte d'écluse 100 peut être abaissante ou roulante.

35 Trois axes X, Y et Z formant un repère orthogonal sont représentés à la figure 1. L'axe Z coïncide avec une direction globalement verticale lorsque la porte d'écluse 100

est installée dans l'écluse. On note X-Y un plan passant par les axes X et Y, on note X-Z un plan passant par les axes X et Z et on note Y-Z un plan passant par les axes Y et Z. En service, le plan X-Y est globalement horizontal et les plans X-Z et Y-Z sont globalement verticaux.

5 Dans la suite, les qualificatifs « supérieur » et « inférieur » font référence à l'orientation de la porte 100 à la figure 1, où une extrémité inférieure 11 de la porte 100 est en bas de l'axe Z, tandis qu'une extrémité supérieure 12 est en haut de l'axe Z.

10 La porte d'écluse 100 comprend une tôle de bordé 1 globalement plane qui s'étend parallèlement au plan X-Z. La tôle de bordé 1 présente une largeur L, mesurée le long de l'axe X, correspondant sensiblement à la largeur du canal à contrôler dans le cas d'une porte d'écluse levante, abaissante ou roulante. Dans l'exemple des figures, la largeur L est égale à 26 m environ. La tôle de bordé 1 est destinée à être placée du côté aval de la porte 100. Autrement dit, la face externe de la tôle de bordé 1, orientée vers l'arrière de la figure 1, est destinée à être tournée vers un bassin aval.

15 La porte d'écluse 100 comprend également deux montants latéraux 61 et 62 qui sont parallèles à l'axe Z et qui sont situés respectivement à chaque extrémité latérale de la tôle de bordé 1. Les montants 61 et 62 sont constitués de plaques globalement rectangulaires, étroites et montées perpendiculairement à la tôle de bordé 1. Les montants 61 et 62 sont formés intégralement avec la tôle de bordé 1, par exemple au moyen d'une opération de pliage ou de soudage au niveau de chaque extrémité latérale de la tôle de bordé 1.

La porte d'écluse 100 est fabriquée par assemblage de six parties 101 à 106 superposées les unes sur les autres le long de l'axe Z. Les parties 101 à 106 sont agencées entre les extrémités 11 et 12 de la porte d'écluse 100.

25 Ainsi, la tôle de bordé 1 est constituée de six bandes de tôle planes correspondant chacune à une des parties 101 à 106 et s'étendant longitudinalement le long de l'axe X. Ces bandes sont assemblées entre elles, par exemple au moyen de boulons, de couvre-joints boulonnés ou de soudures pouvant être effectuées sur site, lors du montage chantier. De la même manière, les montants 61 et 62 sont constitués chacun de six plaques de tôle rectangulaires correspondant chacune à une des parties 101 à 106.

30 La porte d'écluse 100 comprend par ailleurs quatorze âmes 2 minces et planes qui s'étendent entre les montants 61 et 62, parallèlement au plan X-Y. Le nombre d'âmes 2 appartenant à la porte 100 dépend notamment de la hauteur de la porte 100 et il peut être compris par exemple entre dix et vingt-cinq.

35 Par âme mince on désigne une âme dont l'épaisseur est faible devant ses autres dimensions et notamment devant sa largeur. Les âmes 2 sont ici formées par des plaques

planes et identiques entre elles. Elles peuvent avoir chacune une épaisseur comprise entre 10 mm et 100 mm, selon la pression que doit supporter la porte d'écluse 100.

Chaque âme 2 est solidarisée à la tôle de bordé 1 au moyen de deux lignes de soudures L1 et L2 s'étendant sur une partie substantielle, et de préférence sur la totalité, de la longueur L de la tôle de bordé 1 et de part et d'autre de l'âme 2. A la figure 4, les lignes de soudure L1 et L2 sont représentées uniquement pour l'âme 2 située en haut, étant entendu que d'autres lignes de soudure analogues relient chaque âme 2 à la tôle de bordé 1. De plus, chaque âme 2 est soudée par ses extrémités à chaque montant 61 ou 62. Les soudures sont dimensionnées de façon à supporter les contraintes lorsque le liquide exerce une pression sur la porte d'écluse.

Pour chaque âme 2, un bord B1 destiné à être soudé sur la tôle de bordé 1 présente un profil rectiligne de façon à épouser la forme plane de la tôle de bordé 1. Du côté opposé à la tôle de bordé 1, chaque âme 2 est délimitée par un bord B2 qui présente un profil globalement courbe dans le plan X-Y. Ce profil est défini de sorte qu'une âme 2 s'élargit, selon la direction Y, vers son milieu et se rétrécit vers ses extrémités. Cela permet de conférer aux âmes 2 une bonne résistance en flexion selon la direction Y. En l'occurrence, chaque âme 2 présente un bord B2 parabolique avec une largeur  $\ell$  en son milieu d'environ 3 m et une largeur  $\ell'$  au niveau de ses extrémités d'environ 50 cm.

Du côté opposé à la tôle de bordé 1, la porte d'écluse 100 comprend quatorze semelles 301 à 314, constituées chacune d'une bande mince en tôle et s'étendant chacune verticalement sur le bord B2 d'une âme 2 et horizontalement entre les montants 61 et 62. Chaque semelle 301 à 314 est solidarisée à une âme 2 de manière à la rigidifier.

Les semelles 301 à 314 peuvent par exemple être soudées sur les âmes 2 au moyen de lignes de soudure L3 et L4 s'étendant tout le long de chacun des bords B2 des âmes 2, ou sur une partie substantielle de ces bords. Les lignes de soudure L3 et L4 sont représentées uniquement pour la semelle 314 située en haut à la figure 4, étant entendu que d'autres lignes de soudure analogues relient chaque semelle 301 à 314 à la tôle de bordé 1.

Les semelles 301 à 314 sont agencées successivement, le long de l'axe Z, les unes au dessus des autres, avec la semelle 301 solidarisée à l'âme 2 située en bas à la figure 4 et la semelle 314 solidarisée à l'âme 2 située en haut à la figure 4.

L'ensemble formé par chaque âme 2 et la semelle 301 à 314 solidarisée à cette âme 2 définit une poutre qui présente une section transversale, perpendiculaire au plan X-Y, en forme de T. Ces poutres structurent la porte d'écluse 100, contribuant ainsi à sa résistance mécanique.

Dans la mesure où une semelle 301 à 314 épouse le bord B2 de chaque âme 2, les semelles 301 à 314 présentent également un profil globalement parabolique, ce qui permet d'obtenir un effort de compression supporté par chaque semelle 301 à 314 pratiquement constant le long des âmes 2 et compensant l'effort tranchant s'exerçant dans chaque section d'une semelle 301 à 314 sauf, éventuellement, au niveau de ses extrémités latérales.

Des profils courbes autres que paraboliques, par exemple elliptiques, peuvent être utilisés pour réaliser les bords B2 des âmes 2 et les semelles 301 à 314 dans le but de répartir et équilibrer de tels efforts, la partie centrale de chaque âme 2 étant plus large que ses extrémités.

Par ailleurs, chaque âme 2 présente sept évidements 201 à 207 disjoints qui sont répartis le long de sa partie centrale. Les évidements 201 à 207 sont ménagés au même endroit pour chaque âme 2 et s'étendent successivement les uns à côté des autres, le long de l'axe X. Les évidements 201 à 207 sont circulaires et on note d201 à d207 leurs diamètres respectifs. Les évidements 201 à 207 de chaque âme 2 sont symétriques par rapport au plan A. Ainsi, les diamètres d201, d202 et d203 sont respectivement égaux aux diamètres d207, d206 et d205, l'évidement 204 étant centré sur le plan A. Le diamètre d201 à d207 de chaque évidement 201 à 207 est inférieur à la largeur du tronçon de l'âme 2 où cet évidement 201 à 207 se trouve.

Les évidements 201 des différentes âmes 2 sont alignés le long d'un même axe Z201 parallèle à l'axe Z. De la même manière, les évidements 202 à 207 des âmes 2 sont alignés entre eux le long d'un même axe, non représenté, parallèle à l'axe Z.

La porte d'écluse 100 comprend par ailleurs quatre raidisseurs 401 à 404 en forme de cylindre creux à base circulaire, qui s'étendent parallèlement à l'axe Z. Les raidisseurs 401 et 404 sont plus proches des montants 61 et 62 que les raidisseurs 402 et 403. Le long de l'axe X, les raidisseurs 402 et 403 sont situés entre les raidisseurs 401 et 404. Autrement dit, les raidisseurs 402 et 403 sont des raidisseurs centraux situés entre les raidisseurs latéraux 401 et 404.

Les raidisseurs 401 à 404 sont coaxiaux respectivement avec les évidements 201, 203, 205 et 207. Ainsi, le raidisseur 401 est aligné selon l'axe Z201 avec les évidements 201 des différentes âmes 2. Autrement dit, un axe central longitudinal Z401 du raidisseur 401 est aligné avec l'axe Z201 des évidements 201. De la même manière, les raidisseurs 402 à 404 sont respectivement alignés parallèlement à l'axe Z avec les évidements 203, 205 et 207. Les évidements 202, 204 et 206 sont situés chacun entre deux raidisseurs 401 à 404 adjacents.

Dans le plan d'une âme 2, les raidisseurs centraux 402 et 403 présentent un diamètre D42 supérieur au diamètre D41 des raidisseurs latéraux 401 et 404. Les raidisseurs 401 et 404 ont un diamètre D41 supérieur au diamètre d201 et d207 des évidements 201 et 207. Les raidisseurs 402 et 403 ont un diamètre D42 supérieur au diamètre d203 et d205 des évidements 203 et 205.

Ainsi, comme le montre la figure 2, pour chaque âme 2, une partie annulaire 24 s'étend autour de chaque évidement 201, 203, 205 et 207, entre l'évidement et la paroi latérale du raidisseur 401 à 404 correspondant.

Les parties annulaires 24 ont un diamètre interne correspondant aux diamètres respectifs d201, d203, d205 et d207 des évidements 201, 203, 205 et 207, et un diamètre externe correspondant au diamètre D41 et D42 des raidisseurs 401 à 404. Ainsi, les parties annulaires 24 délimitées par les raidisseurs 402 et 403 présentent un diamètre externe plus important que le diamètre externe des parties annulaires 24 délimitées par les raidisseurs 401 et 404.

Les évidements 202, 204, 206 et les raidisseurs 401 à 404 délimitent ensemble une première bande 21 longeant le bord rectiligne B1 au voisinage de la tôle de bordé 1, une deuxième bande 22 longeant le bord B2 ainsi que des ponts 23 reliant entre elles les bandes 21 et 22 et s'étendant perpendiculairement au bord B1 entre deux évidements 201 à 207 voisins. Sur la figure 3, les bandes 21 et 22 sont matérialisées par des traits pointillés globalement parallèles à chaque bord longitudinal B1 et B2 de l'âme 2. Les âmes 2 sont donc de type « bow-string ».

La forme circulaire des extrémités amont et aval de chaque pont 23 permet une répartition progressive des contraintes entre les bandes 21 et 22 et les ponts 23. Les évidements 201 à 207 pourraient présenter d'autres formes, pourvu qu'ils délimitent des régions analogues aux bandes 21, 22 et aux ponts 23.

Lorsque le liquide exerce une pression P répartie sur la tôle de bordé 1, chaque bande 21 travaille en traction, car elle est soumise à des contraintes orientées selon la direction longitudinale X de l'âme 2. Ainsi, les bandes 21 ne peuvent pas se voiler, c'est-à-dire se déformer hors d'un plan horizontal parallèle au plan X-Y.

Les bandes 22 travaillent quant à elles en compression, mais elles sont rigidifiées par les semelles 301 à 314 qui leur sont soudées perpendiculairement. Les bandes 22 présentent donc un risque faible, voire nul, de voilement selon l'axe Z. En effet, les semelles 301 à 314 constituent avec les bandes 21 des éléments à section en « T » présentant un moment d'inertie relativement important par rapport aux axes Y et Z.

La largeur  $\ell_{22}$  d'une bande 22, prise parallèlement à l'axe Y, c'est-à-dire perpendiculairement à la verticale et à la longueur L de l'âme 2, est inférieure à vingt fois,

et de préférence à quinze fois, l'épaisseur de l'âme 2. Un tel dimensionnement permet de réduire davantage le risque de voilement des bandes 22 en service.

De préférence, la largeur des parties annulaires 24, mesurée radialement entre chaque évidements 201, 203, 204 et 207 et le raidisseur 401 à 404 correspondant, est inférieure à la largeur  $\ell$  22.

Les ponts 23 travaillent en traction, c'est-à-dire qu'ils transmettent des efforts transversaux aux bandes 21 et 22. Les ponts 23 présentent donc aussi un risque de voilement faible, voire nul.

La tôle de bordé 1, les âmes 2, les montants 61 et 62 et les semelles 301 à 314 sont constitués dans au moins un métal présentant de bonnes propriétés mécaniques et une bonne soudabilité, tel que l'acier de construction de nuance S355J2.

Chaque raidisseur 401 à 404 est multipartite, c'est-à-dire qu'il est constitué de plusieurs éléments tubulaires alignés selon son axe longitudinal, parallèlement à l'axe Z. Ainsi, les éléments tubulaires ne traversent pas les âmes 2 mais sont soudés de part et d'autre des âmes 2, autour des parties annulaires 24.

Comme le montre la figure 4, le raidisseur 403 comprend vingt éléments tubulaires 431 à 450 agencés successivement les uns au dessus des autres entre les extrémités 11 et 12 de la porte 100. Ainsi, l'élément tubulaire 431 s'étend au niveau de l'extrémité inférieure 11 de la porte d'écluse 100 et l'élément tubulaire 450 s'étend au niveau de l'extrémité supérieure 450 de la porte d'écluse 100.

De la même manière, les raidisseurs 401, 402 et 404 comprennent également vingt éléments tubulaires agencés successivement les uns au dessus des autres.

Quatre éléments tubulaires 431 à 434, 435 à 438 et 439 à 441 s'étendent au niveau de chacune des trois parties inférieures 101 à 103 de la porte d'écluse 100. Trois éléments tubulaires 442 à 444, 445 à 447 et 448 à 450 s'étendent au niveau de chacune des trois parties supérieures 104 à 106.

Concernant la partie inférieure 101, l'élément tubulaire 431 s'étend longitudinalement entre l'extrémité inférieure 11 de la porte 100 et l'âme 2 qui est située en bas à la figure 4 et solidarisé à la semelle 301. L'élément tubulaire 431 peut par exemple être soudé sur la face inférieure 25 de cette âme 2 au moyen d'une ligne de soudure L5 s'étendant sur toute la périphérie interne de l'élément tubulaire 431, ou sur une partie substantielle de cette périphérie.

L'élément tubulaire 432 s'étend entre la face supérieure 26 de l'âme 2 solidarisée à la semelle 301 et la face inférieure 25 de l'âme 2 solidarisée à la semelle 302. L'élément tubulaire 432 peut par exemple être soudé sur les faces 25 et 26 des âmes 2 correspondantes au moyen de lignes de soudure non représentées s'étendant sur la

périphérie interne de l'élément tubulaire 432. De la même manière, l'élément tubulaire 433 s'étend entre l'âme 2 solidarifiée à la semelle 302 et l'âme 2 solidarifiée à la semelle 303.

Deux éléments tubulaires 434 et 435 s'étendent entre l'âme 2 solidarifiée à la semelle 303 et l'âme 2 solidarifiée à la semelle 304. Ainsi, l'extrémité supérieure de l'élément tubulaire 434 est assemblée, par exemple par soudage ou au moyen de boulons, à l'extrémité inférieure de l'élément tubulaire 435.

Pour les parties 102 à 106, les éléments tubulaires 435 à 450 sont assemblés aux faces 25 et 26 des âmes 2 de manière analogue à la partie 101.

Ainsi, chaque élément 431 à 450 est solidarifié à une face 25 ou 26 d'au moins une âme 2, autour de l'un des évidements 201, 203, 205 et 207. En d'autres termes, chaque élément 431 à 450 est solidarifié à une face 25 ou 26 d'au moins une âme 2, autour de chacun des évidements 201, 203, 205 ou 207 au droit desquels est monté cet élément 431 à 450, c'est-à-dire à la verticale ou à l'aplomb des évidements 201, 203, 204 ou 207, le long de l'axe longitudinal Z401 du raidisseur 401 à 404 résultant de l'assemblage de cet élément 431 à 450.

Les éléments 434, 435, 438, 439, 441, 442, 444, 445, 447, 448 de chaque raidisseur 401 à 404 sont situés au niveau des interfaces entre deux parties 101 à 106 adjacentes et sont solidarifiés directement les uns aux autres.

Ainsi, il est possible de fabriquer chacune des parties 101 à 106 séparément, puis d'assembler les parties 101 à 106 entre elles, par exemple sur le site d'utilisation de la porte d'écluse 100.

Les parties 101 à 106 sont composées chacune d'une partie de la tôle de bordé 1, d'une partie des montants 61 et 62, de plusieurs âmes 2 et des semelles 301 à 314 solidarifiées à ces âmes 2. En outre, chaque partie 101 à 106 comprend plusieurs éléments tubulaires 431 à 450.

Les éléments tubulaires 448, 449 et 450 du raidisseur 401 sont situés au niveau de la partie supérieure 106 et sont reliés à la tôle de bordé par une plaque en tôle 501. De la même manière, les éléments tubulaires des raidisseurs 402, 403 et 404 qui sont situés au niveau de la partie 106 sont reliés à la tôle de bordé par une plaque en tôle 502, 503 ou 504.

Les plaques 501 à 504 sont multipartites et sont composés de plusieurs éléments qui s'étendent parallèlement à l'axe Z entre les âmes 2. Chaque élément constituant les plaques 501 à 504 est soudé, d'une part, aux éléments tubulaires 448, 449, 450 et équivalents des raidisseurs 401 à 404 et, d'autre part, aux âmes 2 correspondantes.

Ainsi, les raidisseurs 401 à 404 sont solidarisés à la tôle de bordé 1, ce qui bloque en particulier la translation verticale, selon l'axe Z, des raidisseurs 401 à 404 par rapport à la tôle de bordé 1. Ceci contribue à accroître la résistance mécanique de la porte d'écluse 100, en particulier la résistance au flambement des semelles 301 à 314.

5 Les raidisseurs 401 à 404 étant solidarisés aux âmes 2, ils reprennent une partie des efforts s'exerçant sur les âmes 2 selon l'axe Z. Les raidisseurs 401 à 404 augmentent la rigidité verticale de l'ensemble de la porte d'écluse 100 et sa résistance mécanique à la pression P. Les raidisseurs 401 à 404 peuvent chacun relier toutes les âmes 2 ou  
10 seulement une partie d'entre elles, selon les besoins de l'application visée. En variante, les raidisseurs 401 à 404 peuvent être pleins. On peut aussi, si besoin, disposer d'autres éléments tubulaires à travers les évidements 202, 204 et 206 voisins des évidements 201, 203, 205 et 207. Par ailleurs, les raidisseurs 401 à 404 peuvent être constitués d'élément tubulaires à section non circulaire, mais, par exemple, elliptique ou polygonale.

Par conséquent, la structure de type « bow-string » des âmes 2, rigidifiée par les  
15 raidisseurs 401 à 404, permet à la porte d'écluse 100 de supporter les contraintes engendrées par la pression P du liquide sur la tôle de bordé 1 et sur les semelles 301 à 314, sans risque substantiel de voilement.

Comme les raidisseurs 401 à 404 sont creux et comme les âmes 2 présentent des  
20 évidements 202, 204 et 206 libres, l'eau peut facilement remonter sur la hauteur de la porte d'écluse 100, ce qui évite les différences momentanées de contraintes entre régions voisines et améliore la résistance mécanique de la porte d'écluse 100.

Comme visible à la figure 4, on note h300, une hauteur des semelles 301 à 341,  
mesurée le long de l'axe Z. La hauteur h300 correspond à la largeur de la bande de tôle qui constitue les semelles 301 à 314. Les semelles 301 à 341 ont une hauteur h300  
25 décroissante vers le haut. Autrement dit, la hauteur h300 de la semelle 301 est plus importante que la hauteur h300 de la semelle 314. De la même manière, la section des semelles 301 à 314 est décroissante vers le haut. De plus, les âmes 2 situées en bas de la porte d'écluse 100 sont plus proches les unes des autres que les âmes 2 situées en haut de la porte d'écluse 100. Enfin, la hauteur des parties 101 à 106, selon l'axe Z,  
30 décroît entre les extrémités 11 et 12 de la porte 100. Ceci est à mettre en relation avec le fait que les efforts encaissés par la porte d'écluse 100, au niveau de son extrémité inférieure 11, sont plus importants qu'au niveau de son extrémité supérieure 12, étant donné que l'eau retenue par la porte d'écluse 100 exerce une pression P qui augmente en allant vers le bas selon l'axe Z entre les extrémités 12 et 11.

35 Une telle porte d'écluse nécessite moins de soudures que les portes de l'art antérieur, ce qui permet de diminuer la masse de la porte d'écluse 100. Ainsi, il est

possible de diminuer l'épaisseur des éléments en tôle qui constituent la porte d'écluse 100. De plus, ces soudures s'étendent essentiellement selon les mêmes directions que les contraintes principales subies par la porte, ce qui augmente leur résistance et celle de la porte d'écluse, notamment à la fatigue. En effet, dans la porte d'écluse 100 de l'invention, les soudures les plus touchées par le phénomène de fatigue sont supprimées. Grâce à la porte d'écluse 100 de l'invention, il n'est pas nécessaire de réaliser les évidements 201, 203, 205 et 207 avec des tolérances géométriques précises, car les éléments tubulaires 431 à 450 et équivalents ne traversent pas les évidements mais sont soudés aux âmes 2, à proximité et autour des évidements. Ainsi, la fabrication de la porte d'écluse 100 de l'invention est relativement aisée. En effet, si les éléments tubulaires 431 à 350 et équivalents traversaient les évidements 201, 203, 205 et 207, il serait nécessaire d'avoir un ajustement précis des éléments tubulaires et des évidements, de manière à assurer un contact satisfaisant entre ces éléments, dans le but d'assurer la solidité des soudures. Concernant la porte d'écluse 100 de l'invention, il suffit que la hauteur des éléments tubulaires soit égale à l'espacement entre deux âmes adjacentes pour assurer la qualité des soudures, ce qui est plus facile à réaliser.

D'autre part, les parties annulaires 24 constituent de la matière supplémentaire qui reprend les efforts encaissés par la porte d'écluse 100 et contribue à assurer sa résistance mécanique. De plus, la solidité des soudures L5 reliant les éléments tubulaires 431 à 450 et équivalents des raidisseurs 401 à 404 avec les faces 25 et 26 des âmes 2 est relativement élevée.

Par ailleurs, la porte d'écluse 100 ainsi formée se trouve sensiblement allégée, d'une part, grâce aux évidements 201 à 207 et à la faible épaisseur des âmes 2 et, d'autre part, grâce à la réduction du nombre de soudures nécessaires. Une telle porte 100 présente, à masse égale, une résistance mécanique en fatigue et en flexion supérieure à celles des portes antérieures.

En variante, les évidements 201 à 207 peuvent ne pas être circulaires, et dans ce cas le diamètre d200 correspond à une dimension maximale des évidements, mesurée dans le plan d'une âme 2.

En variante, les raidisseurs 401 à 404 ne sont pas cylindriques à base circulaire. Dans ce cas, les diamètres D41 et D42 correspondent à une dimension maximale des raidisseurs, mesurée dans le plan d'une âme 2.

En outre, dans le cadre de l'invention, les différentes variantes décrites ci-dessus peuvent être combinées entre elles, totalement ou partiellement.

REVENDEICATIONS

1.- Porte d'écluse (100), destinée à supporter une pression (P) exercée par un liquide, la porte d'écluse (100) comprenant une tôle de bordé (1) globalement plane, une pluralité d'âmes minces (2) s'étendant le long de la tôle de bordé (1) et sensiblement parallèlement entre elles, chaque âme (2) étant solidarisée à la tôle de bordé (1), chaque âme (2) étant percée de plusieurs évidements (201-207) disjoints, caractérisée en ce que la porte d'écluse (100) comprend au moins un raidisseur (401-404) résultant de l'assemblage de plusieurs éléments (431-450) qui sont alignés le long d'un axe longitudinal (Z401) du raidisseur (401-404) et qui s'étendent chacun entre les âmes (2), sans traverser les âmes (2), et en ce que chaque élément (431-450) est solidarisé à une face (25, 26) d'au moins une âme (2), autour de l'un des évidements (201-207).

2.- Porte d'écluse (100) selon la revendication 1, caractérisée en ce que, pour chaque âme (2) et dans le plan d'une âme (2), les évidements (201-207) présentent une dimension maximale (d200) inférieure à une dimension maximale (D41, D42) du raidisseur (401-404) et en ce que pour chaque élément (431-450), une partie annulaire (24) de l'âme (2) s'étend entre cet élément (431-450) et l'évidement (201, 203, 205, 207) autour duquel s'étend cet élément (431-450).

3.- Porte d'écluse (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque raidisseur (401-404) est cylindrique à section circulaire et en ce que les éléments (431-450) du raidisseur (401-404) sont tubulaires.

4.- Porte d'écluse (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend des semelles (301-314) solidarisées chacune à une seule âme (2), au moyen de lignes de soudure (L3, L4) s'étendant sur une partie substantielle des bords courbes respectifs (B2) des âmes (2).

5.- Porte d'écluse (100) selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'ensemble constitué par une âme (2) et la semelle (301-314) solidarisée à cette âme (2) forme une poutre dont la section transversale est en forme de « T ».

6.- Porte d'écluse (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée en assemblant entre elles plusieurs parties (101-106)

composées chacune d'une partie de la tôle de bordé (1), de plusieurs âmes (2) et de plusieurs éléments (431-450) de chaque raidisseur (401-404).

5 7.- Porte d'écluse (100) selon la revendication 6, caractérisée en ce que les éléments (434, 435, 438, 439, 441, 442, 444, 445, 447, 448) du raidisseur (401-404) qui sont situés au niveau des interfaces entre deux parties (101-106) adjacentes sont solidarisés directement les uns aux autres, notamment par soudage ou au moyen de boulons.

10 8.- Porte d'écluse (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs raidisseurs (401-404).

15 9.- Porte d'écluse (100) selon la revendication 8, caractérisée en ce que chaque âme (2) comprend un évidement (202, 204, 206, 208) ménagé entre deux raidisseurs (401-404) adjacents, cet évidement n'étant pas entouré par un raidisseur (401-404).

20 10.- Porte d'écluse (100) selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins trois raidisseurs (401-404), en ce que les raidisseurs (401-404) incluent au moins un raidisseur central (402, 403) et deux raidisseurs latéraux (401, 404) qui sont situés entre le raidisseur central (402, 403) et un montant latéral (61, 62) de la porte d'écluse (100) et en ce que dans le plan d'une âme (2), chaque raidisseur central (402, 403) présente une dimension maximale (D42) supérieure à une dimension maximale (D41) des raidisseurs latéraux (401, 404).

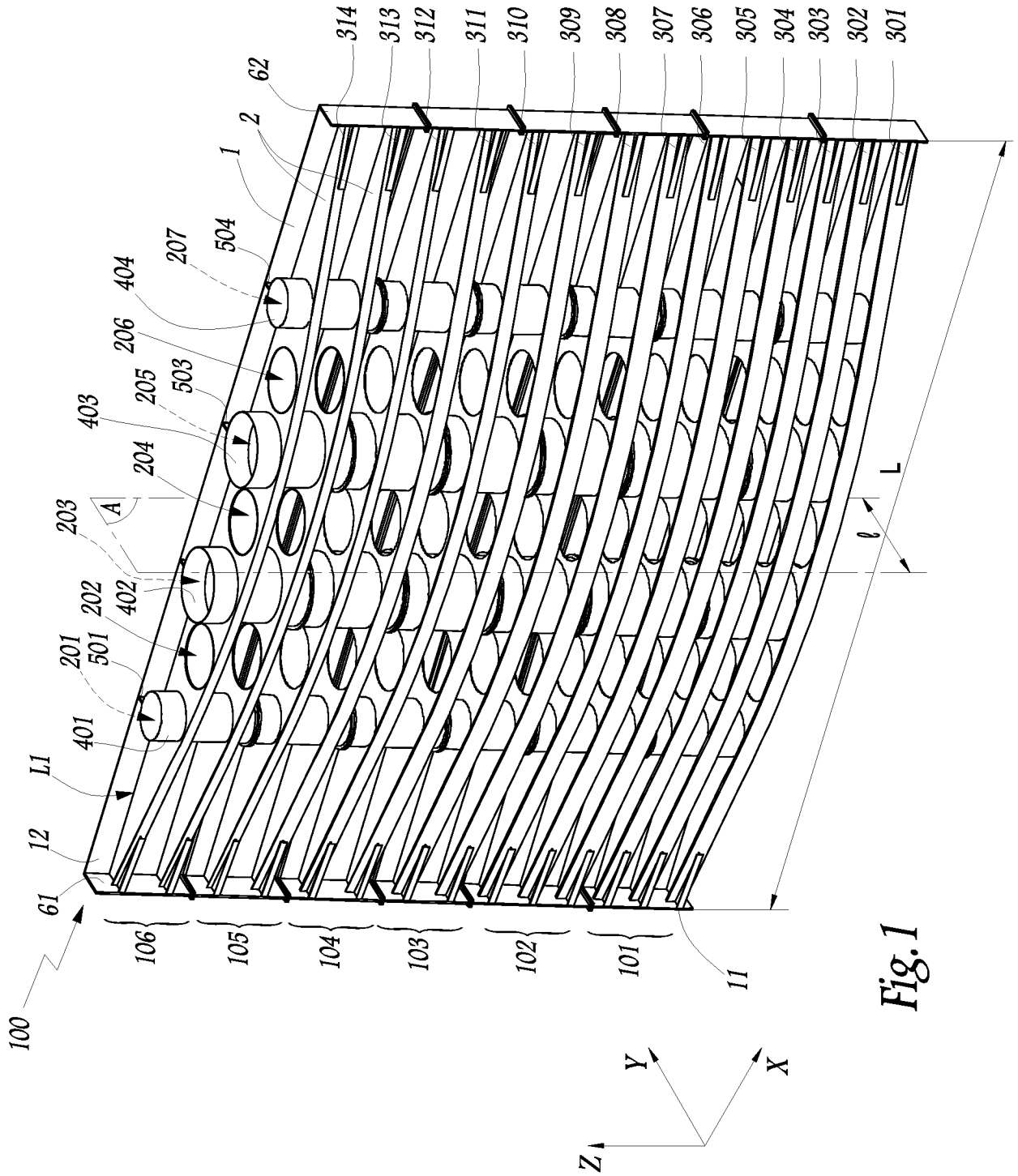
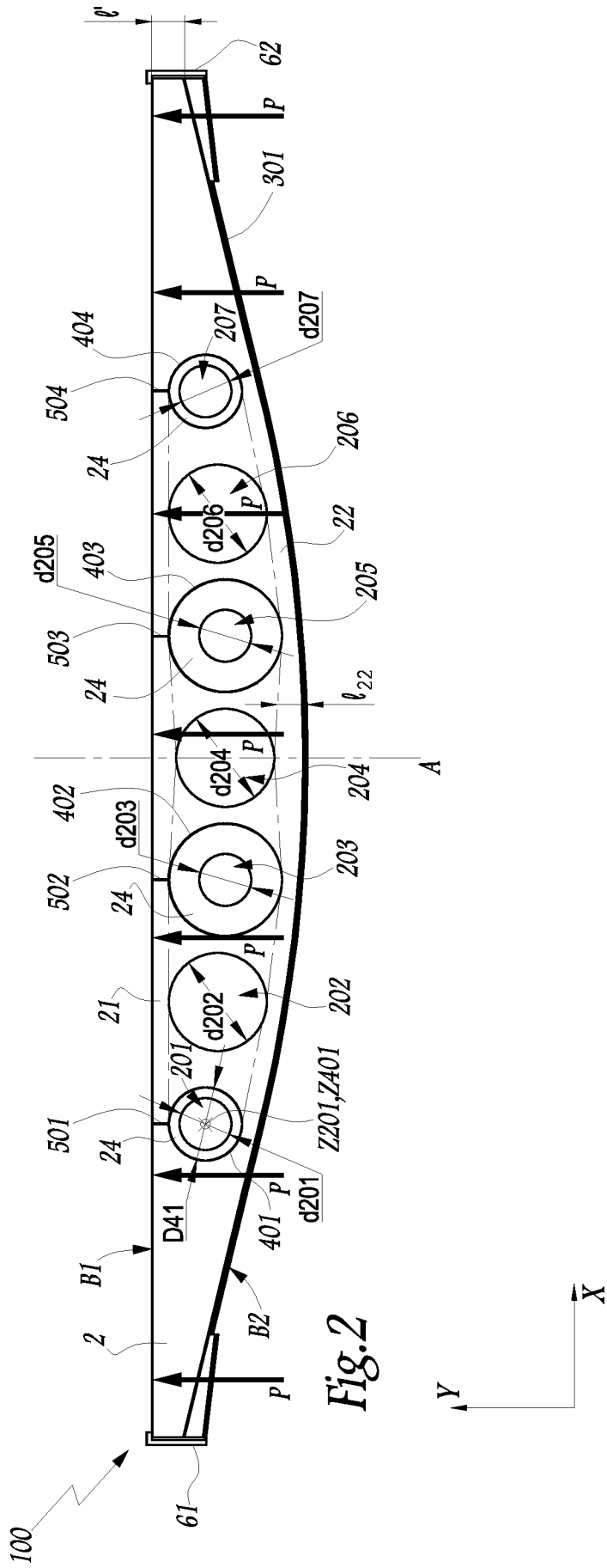


Fig. 1



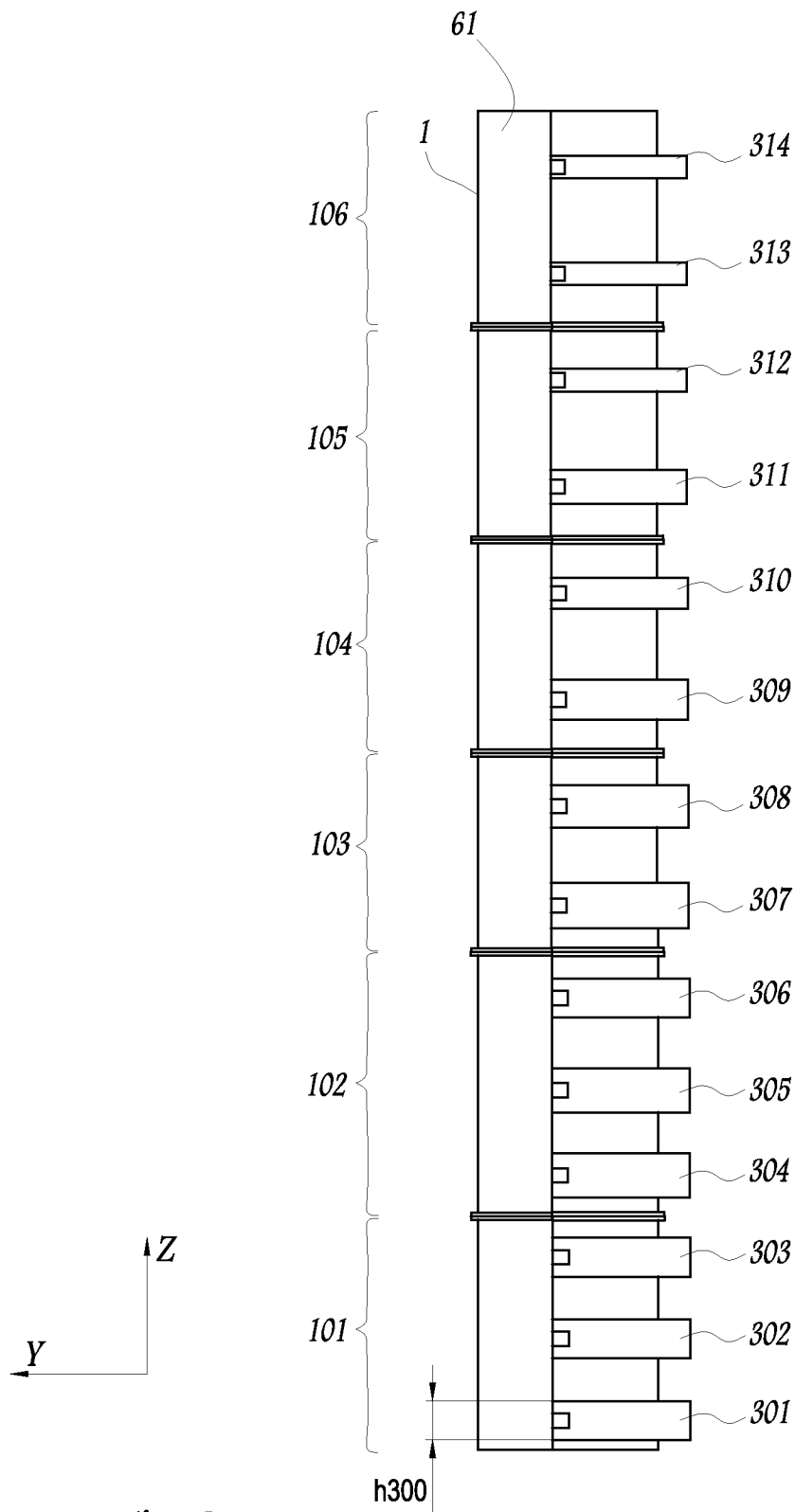


Fig.3

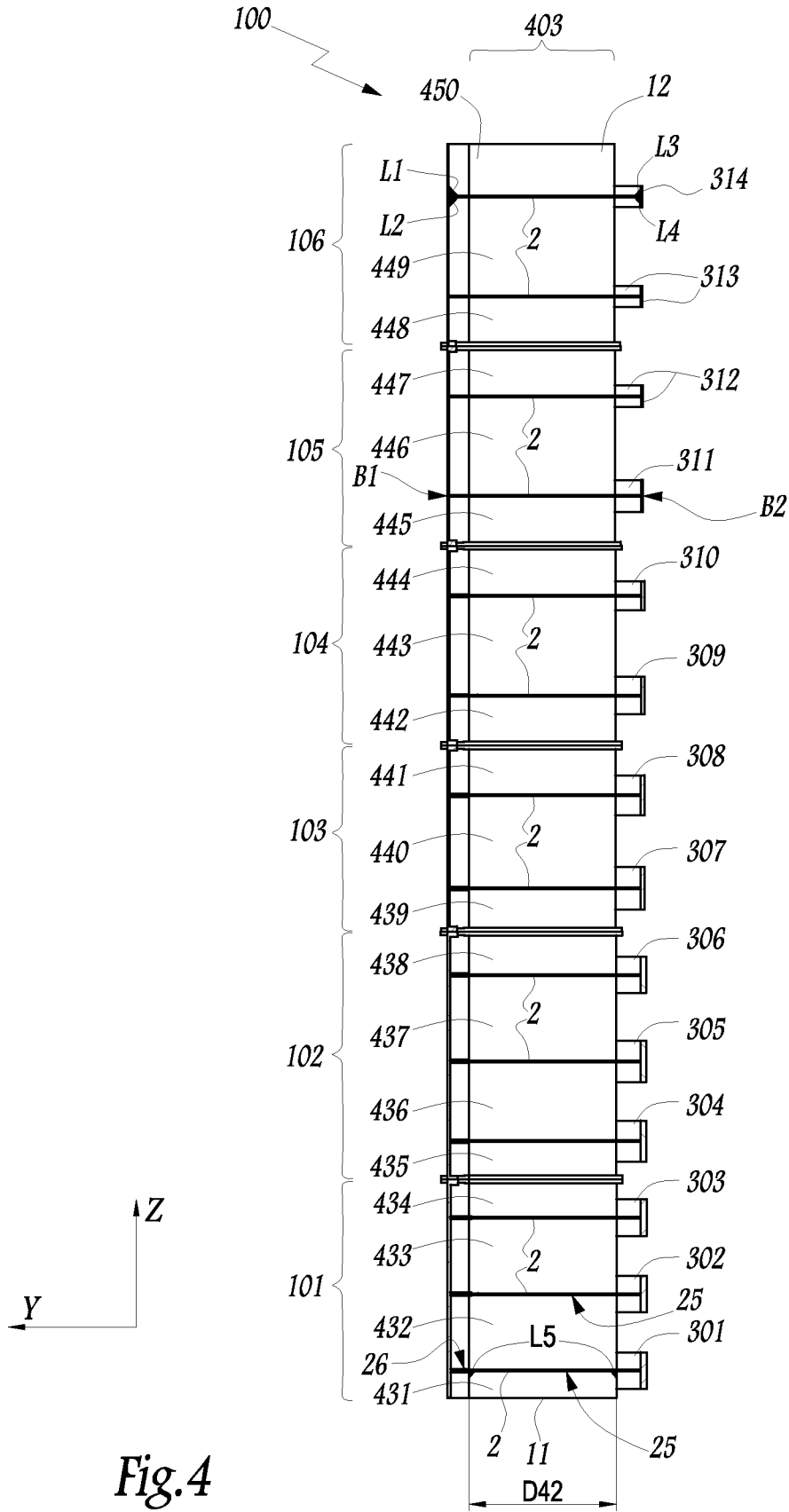


Fig.4