(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 706 448 A1

(51) Int. Cl.: E02D 29/067 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) DEMANDE DE BREVET

(21) Numéro de la demande: 00584/12

(22) Date de dépôt: 27.04.2012

(43) Demande publiée: 31.10.2013

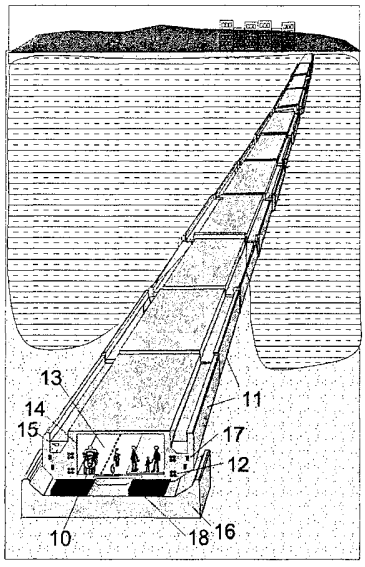
(71) Requérant:
e-novent, Chemin du Grand-Voiret 28
1228 Plan-les-Ouates (CH)

(72) Inventeur(s):
Edouard Menoud, 1228 Plan-les-Ouates (CH)

(54) Passerelle flottante immergée pour piétons ou véhicules légers ou ultralégers.

(57) L'invention concerne une passerelle flottante immergée destinée aux piétons ou aux véhicules légers ou ultralégers comprenant des caissons (11) reliés entre eux pour former un chemin de circulation (11) et pour permettre l'immersion d'une partie desdits caissons sous une ligne de flottaison. Lesdits caissons sont reliés entre eux par une structure de traction.

L'invention concerne également un procédé pour relier lesdits caissons (11) en une passerelle flottante immergée.



Description

[0001] L'invention se rattache à la mobilité ultralégère et en particulier aux passerelles immergées en site urbain. En effet, la faible charge de nouveaux moyens dits «ultralégers» permet de construire de longues passerelles situées juste en dessous du niveau de l'eau. Ce concept de mobilité ultralégère permet aussi de réaliser sur les mêmes passerelles un dispositif de transport rapide de personnes hautement intéressant pour traverser les lacs ou fleuves de manière efficace et économique.

[0002] Les tunnels immergés construits à ce jour sont de trois natures, l'une consistant à percer un tunnel au-dessous de la surface inférieure de l'eau, la deuxième consiste à produire des segments de tunnel en cale sèche puis à les transporter sur le site avant de les immerger et de les recouvrir d'un lit de remblais alors que la troisième catégorie qui correspond à l'invention concerne les tunnels dits flottants et utilisant le principe d'Archimède comme un des moyens de suspension. De nombreux documents évoquent ce genre de tunnel permettant de traverser des grandes distances. Parmi les documents récents, il y a les documents WO 2009 039 605 ou WO 9 743 490 et US 5 899 635. Il y a aussi Internet ou encore les divers rapports dont les «State-of-the-Art» publiés par l'Association Internationale des Tunnels immergés, groupe de travail «tunnels flottants». Tous ces documents évoquent des projets de tunnels flottants pour trafic routier traditionnel ou trafic ferroviaire et en particulier les projets de Storfjord et Høgsfjord (Norvège), du lac de Zurich (Suisse), du détroit de Messine (Italie), et de la baie de Funka (Hokkaido, Japon). Ils évoquent le potentiel de telles solutions sans citer de réalisation ni de mode de construction détaillé. Plus récemment, un groupe sino-italien annonce un projet pilote nommé «Ponte di Archimede».

[0003] La mobilité ultralégère comprend les moyens connus sous la désignation de mobilité douce (piétons, vélos) ainsi que les nouveaux véhicules électriques et routiers de faibles dimensions comme les tricycles, quads ou véhicules automobiles issus de ces deux catégories et permettant de rouler sur des chaussées ayant la demi-largeur et la demi-hauteur des chaussées traditionnelles avec des charges par essieu inférieur à 500Kg. Au-dessus de cette mobilité ultralégère, il y la mobilité légère avec des véhicule légers ne dépassants pas le dixième du poids maximum des véhicules lourds qui sont généralement autour des 40 Tonnes.

[0004] L'apport de la présente invention consiste d'abord à constater que la limitation des charges maximum correspondante aux véhicules légers ou ultralégers et l'utilisation de câbles pour soutenir la charge variable permet de réaliser des passerelles de très grande portée (entre points d'appuis) hautement économiques et difficilement réalisables pour les objets de la mobilité traditionnelle. Ainsi, ces passerelles sont constituées d'une succession de caissons en béton liés les uns aux autres par un/des câbles dits de précontrainte. Elles sont fabriquées en cale sèche (comme un bateau) sur un fond ayant la forme définitive de la passerelle, cette dernière pouvant être constituée d'un ou plusieurs segments horizontaux liés à un ou plusieurs segments obliques. Elles sont principalement destinées aux traversées de rivières ou lacs en sites urbains ce qui signifie qu'elle sera installée près de la surface de l'eau et qu'en conséquence, les dénivellations tout comme la pression de l'eau sont faibles et les distances totales modérées. Lorsque cette passerelle est formée de plusieurs tronçons préfabriqués en cale sèche puis reliés les uns aux autres sur le site définitif, un dispositif novateur et supplémentaire de câbles, introduits après la pose des tronçons, permet de contrôler la force de pression sur les joints inter-tronçons.

[0005] Ainsi, la combinaison de la passerelle immergée et quasi autoportée et de la mobilité ultralégère dont le principe revient à limiter la charge par essieu à moins de 500 kg au lieu de 15 tonnes par le trafic routier, permet de réaliser des passerelles hautement économiques ayant plus de 200m de portée (entre points d'appuis) avec de simples câbles de traction ou de précontrainte d'une dizaine de centimètres de diamètre. L'une de conséquence de cette combinaison est de favoriser (positivement) l'arrivée des moyens de transport ultralégers et permet aussi de réaliser, des systèmes rapides de transport de personnes (Personal Rapid Transport PRT) particulièrement efficaces pour établir une liaison urbaine point à point entre les deux rives d'une rivière ou d'un lac.

Liste des dessins:

[0006] Les figures ci-dessous représentent, à titre non limitatif, quelques types de réalisations.

Les fig. 1 et 2	présentent une passerelle immergée.
La fig. 3	présente le dispositif de précontrainte.
La fig. 4	présente une demi-passerelle.
La fig. 5	présente les forces sur une demi-passerelle.
La fig. 6	présente une coupe d'une passerelle immergée.
La fig. 7	présente un tronçon d'une passerelle immergée.
Les fig. 8 et 9	présentent un tronçon d'une passerelle en construction puis flottante.

La fig. 10	présente 3 tronçons d'une passerelle immergée.
Les fig. 11	présente une chambre de jonction de 2 tronçons.
Les fig. 12	un ensemble de 3 tronçons couplés entre eux par 3 chambres.
La fig. 13	présente côte à côte le gabarit traditionnel et le nouveau gabarit de chaussée ultralégère.
La fig. 14	présente sur la gauche, le nouveau véhicule «ultraléger» en circulation libre sur une chaussée traditionnelle alors qu'à droite, le même véhicule se situe sur la nouvelle chaussée ultralégère.
La fig. 15	présente un véhicule ultraléger sur une chaussée ultralégère intégrée dans une passerelle immergée.
La fig. 16	présente un véhicule «tricycle» sur une chaussée ultralégère.
La fig. 17	présente un tronçon de chaussée ultralégère.
La fig. 18	présente le profil en long d'un tronçon de chaussée ultralégère.
La fig. 19	présente le profil en travers d'un segment de chaussée ultralégère.
Les fig. 20 à 25	présentent des variantes de véhicules ultralégers dont les vues de profil, de perspective ainsi qu'un véhicule biplace suivi d'un véhicule avec roues externes.
La fig. 26	présente la géométrique d'un train roulant, la fig. 27 représente les deux roues sur la chaussée, les fig. 28 et 29 la superposition des dites roues, la fig. 30 la chasse et ses forces et la fig. 31 la chasse variable.
Les fig. 32 et 33	présentent les principales caractéristiques d'un train roulant et le schéma de base d'un dispositif de positionnement latéral automatique.
La fig. 34	présente les principaux éléments d'équipement d'un véhicule.
La fig. 35	présente schématiquement un tronçon avec 2 doubles chaussées de type «autoroute» et 2 chaussées ultralégères.
La fig. 36	présente les profils d'une navette.
La fig. 37	présente le raccordement électrique d'une navette.
La fig. 38	présente schématiquement un tronçon avec double chaussée traditionnelle et ultralégère et deux garages aux extrémités.
Les fig. 39 et 40	présentent schématiquement un dispositif de navettes point à point avec ses 2 gares aux extrémités.
La fig. 41	présente l'évolution imaginable d'un projet de mobilité ultralégère.
La fig. 42, 43, 44 et 45	présentent des variantes diverses d'implantations de mobilité ultralégère.
La fig. 46, 47, 48 et 49	présentent des variantes d'implantations de mobilité ultralégère aux abords des autoroutes.
La fig. 50	présente un nouveau quartier de service essentiellement organisé avec la nouvelle mobilité ultralégère.

Réalisation de l'invention:

[0007] Les descriptions ci-dessous représentent, à titre non limitatif, quelques types de réalisations.

La passerelle immergée:

[0008] La passerelle est constituée d'une succession de caissons en béton (11) liés les uns aux autres au moyen d'ergots de positionnement (17) et de câbles dits de traction (12). Les caissons sont posés sur un/des matelas antichocs (18) eux-mêmes posés sur des points d'appuis (16) et sont formés d'un chemin de passage des usagers (13) et de parois de béton armé (14). Ils sont dimensionnés pour que la passerelle puise juste flotter sur l'eau cela signifie que le poids du caisson est légèrement inférieur au poids de l'eau déplacée (Principe d'Archimède) de manière à ce qu'elle puisse

être transportée par voie d'eau puis, arrivée sur le site d'utilisation, elle sera immergée par ajout de matière de lestage comme le gravier dans le réceptacle dit de lestage (15)ou amarrée sur un point de fixation au moyen d'un câble (61). Ainsi, une construction en béton armé dont la densité volumique et légèrement au-dessus des 2 kg/dm^3 signifie que le volume du béton (14) est inférieur au volume de passage (13). Entre chaque caisson, un joint bitumeux ou gommeux assure l'étanchéité.

[0009] La fig. 2 présente les extrémités de la vue en long d'une passerelle quasi immergée avec le niveau de l'eau (21) et les caissons (11). Elle est supportée par 2 points d'appui (22) sur le sol (24). Le/les câbles dits de précontrainte (12) ou contrainte aboutissent sur les deux embouts (23) qui sont détaillés en fig. 3.

[0010] La fig. 3 représente schématiquement les embouts des câbles précontraints ou plutôt contraints dans cas présent avec les cônes de traction (32), les divers torons multibrins des câbles (33) et la gaine de protection (34). Des informations détaillées sur ce principe de précontrainte sont disponibles sur les divers brevets de 1´inventeur de la précontrainte nommé Freyssinet. Il est judicieux que dans le cas présent il y a utilisation de procédés similaires à la précontrainte toutefois le travail s'effectue plutôt en contrainte.

[0011] Ci-dessous, une petite idée de calcul statique simplifié des efforts ou forces dans le/les câbles dits de précontrainte. Comme la passerelle est admise autoportée, il ne sera pris en considération que les efforts liés aux charges variables. Pour l'exemple, il sera pris en considération une passerelle à 2 voies supportées par deux câbles. Ainsi, le calcul s'effectue sur une seule voie. Les fig. 4 et 5 présentent un demi-tronçon avec les efforts d'une passerelle uniformément chargée et symétriques. Pour cet exemple, il est pris en considération un véhicule (ultraléger) de maximum 500 kg tous les 5 mètres (ou 10 véhicules de 1000 kg tous les 10 m) soit une charge linéaire de 100 kg/m.

[0012] Ainsi, le poids sur l'appui (F1) est de 100 m * 100 kg/m soit 10 000 kg avec un moment correspondant de 10 000 kg * 100 m soit 1 000 000 kgm. A ce moment, il faut déduire le moment opposé engendré par les véhicules soit: 100 m/2 * 100 kg/m * 100 m soit 500 000 kgm. Ainsi le moment résultant est de 1 000 000 kgm – 500 000 kgm soit 500 000 kgm, moment qui doit être compensé par le moment issu du produit, force du câble * hauteur de la passerelle ce qui donne comme force du câble 500 000 km / 2.5m soit 200 000 kg ce qui correspond à un câble d'environ 10 cm de diamètre.

[0013] A cette force doit être augmentée d'une force de traction de base servant à maintenir la passerelle stable et à compenser les surcharges de lestage et les forces latérales dues à un éventuel courant d'eau. Dans l'exemple, il est proposé de doubler cette force.

[0014] La fig. 6 présente un profil en travers d'une passerelle dont les flancs (61) sont agencés de manière à diminuer la résistance hydrodynamique au flux transversal (62). Une vitre (63) est placée sur la face supérieure. Lorsque le poids de la passerelle est très proche du poids du volume d'eau déplacée voire inférieure, la passerelle peut-être tenue par une ligature (64) fixée sur le socle (65) afin de la maintenir solidaire du socle. Un canal (66) de récupération des fuites d'eau est visible au bas du profil. Cette passerelle est posée sur un matelas antichocs ou antisismique. Dans ce contexte, il est judicieux de préciser que les mouvement verticaux de l'eau sont proches des mouvement sismiques verticaux du sol nécessitant ainsi une plus faible marge de mouvements que pour les mouvements horizontaux où l'eau aura tendance à rester sur place.

[0015] La fig. 7 présente un tronçon de passerelle à 2 niveaux de pentes telles qu'il serait d'usage lorsqu'un premier tronçon (71) sert comme ponton de promenade ou d'amarrage de bateaux de plaisance avant de plonger (72) sous la surface de l'eau (73). Dans un tel cas, il est judicieux de compléter le dispositif par un deuxième jeu de câbles précontraints (74) situés idéalement à mi-hauteur des caissons, ces câbles ayant pour mission d'assurer une pression suffisante sur les joints inter-caissons. La même fig. présente 2 changements de pente du tronçon, changements qui peuvent être réalisés au moyen de coupes angulaires des caissons ou d'ajouts d'une tranche conique intermédiaire (75) entre des caissons parallélépipèdes.

[0016] La fig. 8 présente le dispositif de production d'une passerelle à immerger. Elle est assemblée dans un bassin d'eau (82) mis en cale sèche grâce à des palplanches (83). Le fond du bassin peut-être réalisé au moyen de gravier (81). Il a la forme du tronçon définitif. Les caissons successifs sont assemblés les uns aux autres après qu'ils aient été complétés par un joint d'étanchéité bitumeux ou gommeux et des parois temporaires de bouchonnage des extrémités (84). Puis les câbles, le central (85) qui tient la pression sur les joints inter-caissons et celui du bas (86) qui soutiendra les charges variables, sont introduits dans les gaines et mis en traction au moyen de vérins spécialisés selon la technique de l'inventeur «Freyssinet».

[0017] La fig. 9 présente la mise en eau d'un tronçon après que les palplanches de droite ont été retirées. Le tronçon flotte et son transport peut démarrer.

[0018] La fig. 10 présente une traversée lacustre constituée de 3 tronçons (101, 102, 103), le premier (101) comporte une partie émergée puis plonge sous la surface de l'eau, le deuxième (103) comporte deux plans inclinés et un plan horizontal profond. Les caissons sont reliés entre eux au travers de chambres de liaison (106, 107). La profondeur est d'au moins le tirant d'eau le plus défavorable des bateaux (104) compte tenu des plus grandes vagues.

[0019] La fig. 11 présente une chambre de liaison. On perçoit les deux extrémités des caissons (112), les parois de la chambre (111), ainsi que les têtes des câbles de traction des caissons (85, 86, 117). Sur la droite en bas du dessin (114) on perçoit le joint de type «Gina» qui sert à rendre étanche la liaison entre la chambre et le caisson de droite. Il est dessiné

dans l'état précédent la mise sous pression alors que sur la gauche on perçoit le même type de joint (115) en état de travail c'est-à-dire en compression.

[0020] La fig. 12 présente une partie de passerelle en situation finale et composée d'une extrémité en zone sèche (121), de 3 chambres de liaison (122) reliant les tronçons de caissons (123). Les chambres sont posées sur des coussins antichocs (126) intégrés dans les appuis de fixation (124) eux-mêmes ancrés dans le sol (125).

[0021] Après que les tronçons de caissons ont été mis en place sur les appuis, un nouveau câble supplémentaire dit de compression des joints inter-tronçons (127, 118) est enfilé à partir de l'extrémité gauche de la passerelle. Ce câble va traverser toute la passerelle. Pour faciliter son passage, des cônes de guidage (119) ont été agencés là où il y a risque d'accrochage. Le câble définitif (127, 118) est précédé d'une tige semi-rigide qui 1´entraînera. Cette opération est effectuée à partir des extrémités qui sont au sec. Le câble sera mis sous traction au moyen de la technique des cônes et vérins. La traction du câble se reporte sur les joints «Gina» et permet ainsi de contrôler le taux de compression. Accessoirement, ces câbles participent aussi à l'effort de soutien des charges variables. Pour faciliter l'opération, les extrémités de la passerelle poseront sur des appuis à rouleaux (105) alors que pour les chambres, il n'y a que peu de poids. Finalement et dès que les joints sont sous pression, les chambres sont vidées et les bouchons des parois (84) abattus. On notera que cette technique de liaison autorise de petits mouvements de rotation horizontaux entre les tronçons des caissons ceci dans le but de résister aux chocs sismiques. De plus, l'introduction des chambres permet de changer les câbles lors des travaux d'entretien de la passerelle.

Mobilité ultralégère:

[0022] La fig. 13 présente côte à côte le gabarit traditionnel et le nouveau gabarit pour véhicule ultraléger. Généralement le gabarit traditionnel (131) est de 4.5m de hauteur avec une largeur de passage de 3. 5m à 3. 8m par voie. Ce gabarit est prolongé en sous-sol sur environ 0.6 à lm correspondant à la consolidation réalisée avec des matériaux de construction (132, 133) ceci afin de supporter les charges des plus gros poids lourds (40 tonnes). Sur la droite, on voit qu'il est possible de placer 4 gabarits pour véhicules ultralégers à l'intérieur d'un gabarit traditionnel.

[0023] La fig. 14 présente sur la gauche, un exemple de nouveau véhicule en circulation libre sur une chaussée traditionnelle (142, 143) et sur la droite, le même véhicule sur la nouvelle chaussée ultralégère. Le véhicule, gui est décrit ultérieurement, est du type hybride ou bi-modes pouvant rouler sur les deux types de chaussée. Sur une chaussé traditionnelle, le véhicule se comporte comme tout véhicule traditionnel avec conduite manuelle (ou semi automatique pour les véhicules du futur) alors que dans le cas de la chaussée ultralégère, deux rails latéraux de maintien empêchent mécaniquement le véhicule de sortir du gabarit. On précisera que le véhicule sera centré sur la chaussée par un automatisme et qu'en conséquence, il ne devrait par toucher les bouteroues. Ainsi, il devient possible de travailler avec des gabarits de passage particulièrement étroits (143) ne débordant que légèrement de la largeur du véhicule (144). Les véhicules qui sont décrits ultérieurement, disposeront d'un dispositif de centrage sur la chaussée qui peut être réalisé avec un dispositif électronique ou simplement résultant de l'utilisation d'un bourrelet ou saillie (142) situé au bas du rail bouteroue (141) et à l'extérieur des roues des véhicules, ces dernières faisant office de sillons de guidage agissant sur la chasse des véhicules. Sur les tronçons ultralégers, les véhicules se déplacent essentiellement en mode semi-automatique avec des vitesses contrôlées et des chaussées inclinées de manière à compenser les forces centrifuges (fig. 16).

La chaussée ultralégère.

[0024] La réalisation de la nouvelle chaussée fig. 15 et 16 (151) avec ses rails de maintien dit bouteroues (152) sera judicieusement complétée par une saillie ou bourrelet de guidage (153, 163). Elle peut être intégrée dans les caissons des passerelles immergées tels que dessinés en fig. 15 ou être réalisée en blocs de béton précontraint ou équivalent, pouvant être posés sur les sols de la passerelle ou d'autres tronçons voire posée sur des piles. La figure 16 présente un tronçon de voie ultralégère supportant une moto de type tricycles (162) placée sur des profils I–H (161).

[0025] Il est opportun de noter que la charge d'un véhicule est inférieure à la tonne ou à la demi-tonne par essieu alors que sur une voie traditionnelle, il est nécessaire de supporter des charges de l'ordre de 10 à 15 tonnes par essieu.

[0026] La fig. 17 présente, de manière schématique, un tronçon de chaussée ultralégère. Les différents secteurs visibles sont le secteur d'entrée sur une chaussée ultralégère (A) avec la progression du relief parallèlement au resserrement des rails de maintien, le secteur (B) pour un tronçon uniforme, le secteur (C) qui va d'un tronçon uniforme vers un tronçon d'entrée-sortie (D) puis le secteur E qui est le retour au tronçon uniforme. Sur les côtés, on perçoit les bouches d'évacuation d'eau ou de neige fondante (171).

[0027] La fig. 18 est une présentation schématique du profil en long de la fig. 17. Les secteurs (A) d'entrée et (C) d'entrée-sortie sont posés sur une chaussée traditionnelle en bitume (181) le niveau de la chaussée étant aussi celui de roulement sur le profil alors que les autres secteurs peuvent être posés sur des pilotis.

[0028] La fig. 19 est une coupe du secteur d'entrée-sortie (D) de la fig. 17. On perçoit du côté gauche, le profil avec le rail de maintien (191) dit bouteroue et dans la partie inférieure la saillie ou bourrelet de guidage (192). Sur le côté droit, il n'y a plus de bouteroue (194) mais la saillie ou bourrelet de guidage y est maintenu permettant aux véhicules, poursuivant leur course en ligne droite, d'être maintenus sur la trajectoire et aux autres véhicules de pouvoir sortir lors d'une action

volontaire du chauffeur ou de l'automatisme de conduite ou d'entrer quasi librement sur la chaussée ultralégère ceci en passant sur le relief (193).

[0029] Lorsqu'un véhicule circule sur les tronçons de la fig. 17 ou fig. 18, il entre sur le secteur A puis passe en mode de conduite semi-automatique ou automatique dès la détection du câble (195) ou d'un signal équivalent en provenance du GPS. Ainsi, sans intervention du conducteur ou avec la seule intervention du contrôle de vitesse, le véhicule franchit successivement les secteurs B, C, D puis E ce qui correspond à la trajectoire X. A la hauteur du secteur C ou D, le conducteur peut intervenir pour sortir de la voie légère ce qui correspond à la trajectoire Y. De même un nouveau véhicule peut entrer sur la voie légère en passant par l'ouverture C ce qui correspond à la trajectoire Z.

[0030] Les véhicules présentés dans la fig. 20 à 25 sont de petite voie (v) (largeur) à une seule place frontale. De tels véhicules sont déjà disponibles avec des voies de l'ordre de 1.1 à 1.25 mètre et avec des vitesses de pointe de 120 km/h. Ainsi le gabarit de passage peut se situer autour des 1.4 à 1.5 m. Ce gabarit de passage passe à environ 1.7 à 1.8´m pour une réalisation avec des véhicules ayant 2 places de front.

[0031] Les adaptations à réaliser pour pouvoir rouler sur les nouvelles chaussées ultralégères et sur les chaussées traditionnelles sont:

– Disposer d'un dispositif d'aide au positionnement latéral (conduite semi-automatique).
– Disposer d'un dispositif de conduite automatique
– Disposer d'un dispositif permettant de libérer une voiture en panne.

[0032] Les fig. 26 et 27 présentent un véhicule situé sur une voie ultralégère. On distingue la largeur du véhicule (261) et l'écartement entre les bouteroues (262) qui correspond à la largeur (normalisée) des véhicules à laquelle il faut ajouter la tolérance en largeur du dispositif d'aide au stationnement.

[0033] Pour un véhicule de conception traditionnelle le dispositif de positionnement latéral sur la chaussée peut être réalisé grâce à la chasse des véhicules. La fig. 26 présente les 4 roues d'un véhicule accompagnées des principaux éléments géométriques du train roulant dont le volant (263), la boîte de conversion rotation-translation (264) les tringles et rotules de maintien du parallélisme(265).

[0034] La fig. 27 présente les deux roues et leurs deux pneus (271) vue de face. Les fig. 28 et 29 présentent, pour les besoins de l'explication du comportement axial lié aux forces radiales, un unique pneu «fictif» (281) résultant de la superposition des deux pneus avant liés entre eux par les barres de parallélisme de direction. On constate que les bords du pneu engendrent des forces (F1, F2) avec une forte composante verticale et une faible composante horizontale dépendant de la position par rapport à l'axe de la roue. Ces faibles composantes horizontales sont reprises sur la fig. 30 avec une résultante F4 vers la droite. Cette résultante donne lieu à une contre-force sur l'axe de pivotement F3. Le produit de cette force F4 par la valeur de la chasse (a) donne le couple de chasse (c) qui cherche à ramener la roue vers le centre. Pour simplifier l'explication, la chasse est représentée avec un décalage du pivot de la roue alors qu'en pratique, elle est souvent une combinaison de décalage d'axe du pivot et de son angle. Judicieusement et comme présenté en fig. 31, le dispositif de chasse peut-être équipé d'un mécanisme qui permet de le moduler au moyen d'un levier manipulé par un cerveau-moteur et modifiant l'angle de chasse.

[0035] Dans l'exemple de la fig. 26, et lorsqu'il n'y a pas d'asservissement de direction ou qu'il est partiellement réversible, le couple de chasse libère une force sur le volant, force que le pilote perçoit et qui tend à positionner le véhicule au centre de la chaussée là ou l'influence des saillies est identique des deux côtés.

[0036] Le positionnement latéral mécanique décrit ci-dessus peut-être doublé ou aidé par un dispositif électronique qui intervient lorsque le véhicule se trouve sur un tronçon de type ultraléger et que les courbures sont serrées. Le choix ou plutôt l'enclenchement du mode automatique est issu d'une information de situation transmise au véhicule en fonction du lieu et provenant de solutions utilisant les technologies optiques, soniques, électromagnétiques voire le GPS.

[0037] La fig. 32 présente une solution d'un dispositif de positionnement latéral automatique d'un véhicule qui peut-être réaliser par voie analogique ou numérique. On perçoit l'angle que forme l'axe de direction avec l'axe du véhicule (321) ainsi que les deux traces des roues avant et arrière et l'écart entre elles (324). La roue externe avant est plus proche du bouteroue par rapport à la roue externe arrière d'une valeur correspondant à l'écart (322). Il en est de même de l'autre côté du véhicule.

[0038] Ainsi, on constate que le décentrage de l'axe avant du véhicule vaut la moitié de la trace et que la trace est une fonction quasi proportionnelle à la courbure (pour de faibles courbures). Ainsi, sur le schéma de la fig. 33 on retrouve une grandeur qui est proportionnelle à la courbure, il s'agit du capteur (A) qui mesure l'angle de direction (321), cette mesure peut se faire au moyen d'un mesureur d'angle (Selsyn ou décodeur angulaire) dont la valeur du signal de sortie vaut zéro lorsque les roues avant sont droites et est linéaire en fonction de l'angle (336).

[0039] Ainsi, il est possible d'obtenir une grandeur qui servira de référence pour le décalage du positionnement latéral. Judicieusement et afin d'éloigner les phénomènes d'instabilité, le signal (336) sera intégré (I) de manière à obtenir la valeur moyenne correspondant à une petite distance (337). Cette valeur traverse une fonction R=f(A) qui est quasi linéaire pour les petits angles et qui donne, en sortie (338) la valeur de référence de 1´écart. Cette valeur de référence est comparée avec la valeur instantanée de l'écart (335) issue de la différence entre les valeurs données par les capteurs de mesure

de distance optique ou ultrasonique (C1, C2) voire issue d'une caméra et traitement d'image associé. Le résultat de cette différence correspond à l'erreur. Il est injecté sur un régulateur de type PID dont la sortie attaque le servomoteur de commande de direction. Judicieusement et pour augmenter la stabilité à grande vitesse, le signal d'erreur (335) sera modulé avec une fonction inversement proportionnelle à la vitesse E=f(1/v).

[0040] Judicieusement, on notera qu'un signal quasi identique à celui du capteur d'angle est aussi présent sur ce montage, il s'agit du signal de sortie du régulateur qui attaque le servomoteur de pilotage de la direction.

[0041] On notera que le pilotage automatique du véhicule peut agir directement sur l'arbre de direction (le volant) comme cité ci-dessus ou qu'il peut être l'objet d'un dispositif automatique de commutation de la commande tel que décrit dans la première revendication du document F 2 780 696.

[0042] La conduite d'un véhicule ultraléger peut se pratiquer sur les chaussées traditionnelles et les nouvelles chaussées ultralégères. Sur les chaussées traditionnelles, ils se conduisent de la même manière que les véhicules traditionnels alors que sur les nouvelles chaussées ils se conduisent plutôt comme un train ou un métro avec abandon du volant et pilotage de la vitesse et du freinage selon trois modes qui sont les modes manuel, semi-automatique et automatique (sans conducteur). En conduite manuelle, le véhicule se pilote en vitesse au travers de la pédale d'accélérateur et des freins au travers de la pédale du même nom.

[0043] En conduite semi-automatique, la vitesse est pilotée par l'automatisme dit «Tempomat» qui est enclenché manuellement et qui se déclenche dès qu'il y a une pression sur la pédale des freins. Lorsque l'automatisme est enclenché, la vitesse est donnée par l'automatisme lui-même qui reçoit la consigne de référence à partir du dispositif décrit ci-dessous. La vitesse est plutôt élevée sur les tronçons droits et bien protégés et plutôt lente lorsqu'il y a un virage, une faible protection ou un danger. Les pédales d'accélérateurs et des freins étant toujours actives, ce mode s'apparente à la conduite d'un train et la responsabilité de l'observation de la scène et en particulier de réaction en cas de présence d'un corps étrangers est affaire du chauffeur.

[0044] Jusqu'à aujourd'hui, la vitesse de référence pour conduite semi-automatique de systèmes similaires était soit donnée par un câble émetteur placé le long de la ligne ou mise en mémoire sur le véhicule, ce dernier étant équipé d'un compteur indiquant la position du véhicule sur la ligne. Aujourd'hui déjà et encore plus demain, cette vitesse de référence peut-être mise dans une table qui est pointée par un dispositif d'aide à la conduite (GPS) qui indique la position du véhicule. Il peut être judicieusement complété, dans les zones de manœuvre par un câble émetteur ou un signal radio local.

[0045] La fig. 17 présente, un exemple (schématique) d'un tronçon de chaussée ultralégère. On y voit un cône d'entrée (A), un segment à continu (B), un segment de transition (C) un segment d'entrée-sortie (D) puis le retour sur un segment continu (E). Les vitesses de référence pourraient être de 30 km/h sur le segment d'entrée puis de 80 km/h sur le segment continu puis 50 km/h sur le segment (D) des entrée-sortie etc.

[0046] La conduite automatique (sans conducteur) d'un véhicule ultraléger consiste à remplacer la surveillance humaine par une surveillance automatique. Ainsi, ce genre de véhicule est en mesure de circuler seul sur la chaussée ultralégère par exemple pour aller stationner dans un parking collectif ou mieux encore pour transporter des personnes non autorisées à conduire.

[0047] Le problème de la surveillance peut-être décomposé en 2 aspects qui sont la détection d'un objet indésirable dit aussi corps étranger (le plus souvent un piéton ou un véhicule en panne) et la distance nécessaire pour arrêter le véhicule afin de ne pas toucher l'objet dite aussi distance de freinage d'urgence.

[0048] La distance de freinage en cas d'urgence est connue (ou devrait l'être) de tout conducteur habilité à conduire. Pour un véhicule piloté par un humain, elle est constituée de deux éléments qui sont le temps de réaction (généralement compté autour de la seconde) et de la distance de freinage qui dépend de nombreux facteurs d'ont l'état de la route, des pneus, du mode de farinage (ABS) etc.

[0049] A titre indicatif, il est donné ci-dessous quelques valeurs en comptant avec une décélération de 6 m/s.

10 km/h	=>	2.7 m/s	=>	0.45 s	=	0.6m	+	(2.7 m/s*1S)	=	3.3 m
20 km/h	=>	5.5 m/s	=>	0.92 s	=	2. 5m	+	(5.5 m/s*1s)	=	8 m
30 km/h	=>	8.3 m/s	=>	1.34 s	=	5.75ti		(8.3 m/s*1s)	=	14 m
40 km/h	=>	11.1 m/s	=>	1.85 s	=	10.3n	a+	(11.1 m/s*1s)	=	22 m
50 km/h	=>	13.9 m/s	=>	2.3 s	=	16m	+	(13.9 m/s*1s)	=	30m

[0050] Lorsqu'il s'agit d'un véhicule automatique, il y a deux figures distinctes sont à traitée, Ce sont les véhicules vides et là la décélération pour être poussée au maximum ou alors des véhicules occupés elle sera limitée à une décélération supportable par les passagers.

[0051] Ci-dessous, la distance d'arrêt calculée avec une décélération modérée (4 m/s2)

10 km/h	=>	2.7 m/s	=>	0.7 s	=	1 m
20 km/h	=>	5.5 m/s	=>	1.4 s	=	4 m
30 km/h	=>	8.3 m/s	=>	2.1 s	=	10 m
40 km/h	=>	11.1 m/s	=>	2.8 s	=	16 m
50 km/h	=>	13.9 m/s	=>	3.5 s	=	24 m

[0052] La détection de corps étrangers est un point capital pour l'évolution vers la conduite automatique en zone libre. (La chose est fort différente lorsque le parcours empêche ou interdit les corps étrangers). A ce jour de très nombreux travaux ont eu lieu dans des instituts, des entreprises et même pilotés par la commission européenne.

[0053] Parmi les moyens utilisés et testés, il y a les radars hyperfréquences, les lidars, les ultrasons pour de faibles distances ou les caméras vidéo doublées de logiciels de traitement d'image. Ainsi, les distances de détection annoncées en milieu ouvert permettent d'assurer un freinage avant le contact jusqu'à 35 km/h ou un fort ralentissement jusqu'à 50 km/h.

[0054] La problématique avec une chaussée ultralégère est plus simple dans où les véhicules sont canalisés (scène à observer plus précise), les parcours connus au préalable, les zones sensibles identifiées par le dispositif de géolocalisation et il est imaginable d'aider le dispositif de détection dans les zones sensibles.

[0055] Ainsi et vu de l'angle de la détection des corps étrangers, il est possible de distinguer 3 catégories qui sont:

- Vitesse inférieure à 30 km/h en voie libre
- Vitesse jusqu'à 50 km/h lorsque la voie est protégée par des barrières qui ont pour effet d'empêcher les piétons ou de les informer physiquement du danger
- Vitesse supérieures à 50km/h auquel cas, les piétons sont interdits et les véhicules en panne ou en sous-vitesse émettent un signal de détresse ou sont suivis par des balises (comme les trains).

[0056] Conduite automatique à débit garanti peut être envisagée dans le cadre d'un nouveau contexte comme celui de l'introduction de nouveaux véhicules comme celui-ci, il peut être mis en place un mécanisme qui garantit le débit ceci au-dessus de la vitesse de bouchonnage. En effet, si la distance entre les véhicules est mesurée et qu'elle est calculée par l'automatisme pour, qu'en cas de ralentissement le débit augmente, alors il suffit de ralentir.

[0057] A titre d'exemple, il est indiqué ci-dessous les valeurs de vitesse pour des véhicules ultralégers sur une piste unique. Le véhicule «type» pris en considération mesure 3m de longueur et correspond aux véhicules ultralégers actuellement en développement.

[0058] Comme visible ci-dessus et comme dans la pratique journalière, ces vitesses correspondent à des distances entre véhicules qui sont bien inférieures à la distance de freinage. La mise en œuvre de ce principe implique une mesure de distance entre les véhicules qui soit crédible et fiable sur de grandes distances.

[0059] Un télémètre pour la mesure de grandes distances (projet autoroutier), complémentaire au dispositif de freinage d'urgence s'impose pour les automatismes à grande vitesse. Ainsi, la solution proposée dans le cadre de ce projet est celle d'un télémètre à réaction ou à réémission car ce type de dispositif est beaucoup moins sensible que les dispositifs à réflexion puisqu'il divise la distance en deux, n'a pas à souffrir des propriétés de réflexion du matériau réflecteur ni des matériaux environnants, des problèmes d'aveuglement lorsque la fréquence de réception est la même que celle d'émission et permet l'identification du dispositif de réémission. De plus, dans un dispositif où les véhicules se côtoient il est possible de ne suivre que ceux qui sont actifs car enclenchés parce que présents sur la voie ultralégère.

[0060] Ce diapositif (201) émet un signal qui peut être optique (émission au travers d'une diode laser) ou électromagnétique au moyen d'un signal porteur en hyper fréquence. Tous les véhicules sont équipés d'un répondeur (202) placé à l'arrière. Ainsi lorsque le véhicule qui précède l'émetteur reçoit un signal, il l'identifie (filtre de fréquence) puis retourne immédiatement une réponse sur une autre fréquence. Ce signal renvoyé peut contenir un identificateur et un signal d'annonce d'un véhicule en difficulté (sous-vitesse voire panne).

[0061] La fig. 20 présente la position idéale pour un télémètre longue distance avec l'émetteur à l'avant (201) et le récepteur (202) à l'arrière. L'exemple cité ci-dessous correspond à la trajectoire Z de la fig. 17. La vitesse aux abords de l'entrée est de 50 km/h et correspond à un intervalle entre les véhicules de 10 m ce qui est largement suffisant pour une entrée en douceur. Dès que le véhicule se situe sur la voie automatique, il passe en mode automatique suivant ainsi les consignes énumérées ci-dessus. Lorsque les véhicules sont proches les uns des autres, ils vont se positionner en fonction de la vitesse du précédent ce qui va engendrer une modification de la position du suivant qui va à son tour engendrer une modification du suivant et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre est trouvé.

[0062] Une des conséquences du dispositif ci-dessus est qu'il est aisé de maintenir un volume de trafic ou débit optimal lorsque de nombreux véhicules circulent, ceci sans avoir à mettre en place un dispositif de suivi compliqué.

[0063] La fig. 35 présente schématiquement un tronçon avec 2 doubles chaussées de type «autoroute» (351, 352) et 2 chaussées ultralégères (353, 354). Lorsqu'une chaussée ultralégère est bien occupée ou passe en sur-occupation, la

vitesse des véhicules diminue. Ainsi, une mesure de la vitesse (355) des véhicules ultralégers (356) avant le passage d'une entrée permet de laisser en attente (357), hors de la chaussée, un véhicule qui souhaite y entrer (358). Ce procédé simple est ainsi garant d'un usage optimal de la chaussée et empêche d'arriver aux situations dites de bouchonnage:

[0064] Les véhicules peuvent aussi être couplés virtuellement les uns aux autres comme des wagons formant ainsi des rames (388).

[0065] Les véhicules collectifs (transports publics et/ou 1´autopartage) peuvent être insérés dans le circuit. En effet, le mécanisme mis en place avec cette chaussée ultralégère permet de mélanger des véhicules ultralégers privés avec d'autres véhicules collectifs. La fig. 21 présente un véhicule collectif de type navette. Sur la fig. 38, on y voit des véhicules privés en noir (381, 382) suivre le parcours qui relie les points A à B ou sortir du circuit sur la transversale C-D pour le véhicule (383). Aux deux extrémités (384, 385) sont situés des garages «automatiques» pour les véhicules collectifs. Deux gares (386, 387) permettent aux utilisateurs de prendre possession des véhicules puis de rouler vers une transversale ou jusqu'à la gare terminale. Les sillons de base vont de gare à gare. Judicieusement, les gares disposent de 2 ou 3 véhicules en attente. Lorsqu'il y a déséquilibre c'est-à-dire que l'un des garages est surchargé et l'autre en danger de rupture, un ou plusieurs véhicules sont lancés (sans passager). Ces véhicules suivront les sillons qui vont de gare à gare en respectant le profil vitesse et sans avoir de consigne de sortie (pas de passager).

[0066] Les fig. 39 et 40 présentent un dispositif collectif point à point reliant les deux rives d'un lac au moyen de navettes automatiques (394) et d'une passerelle immergée (393). Les 2 gares souterraines (391 et 392) sont placées aux extrémités du dispositif. La fig. 40 présente l'une des gares. On y perçoit l'unique perron public (401) accessible par un escalier roulant et les 2 quais. Ces quais comportent une zone d'arrivée (402) où les véhicules sont très fortement ralentis de manière à ce que les passagers puissent descendre aisément et une zone de montée réciproque (403). Entre les 2 zones, une pour zone véhicules en attente. On y perçoit aussi les zones de descente et montée (404 et 405) où les véhicules sont à l'arrêt, le temps que les personnes à mobilité réduites puissent y accéder ou en descendre. Une zone de garage -atelier est située en position externe (406, 407).

[0067] Véhicules électriques: Les véhicules électriques peuvent aussi intervenir dans ce schéma. En effet, sur les tronçons munis de bouteroues des deux côtés, le véhicule est maintenu, avec une variation latérale de quelques centimètres. Ainsi, il peut être monté, dans des encoche ou entailles situées sous les rails dit bouteroues et en retrait de la verticale de ce rail, des rails d'alimentation électriques (371) des véhicules, ces derniers se situant ainsi à proximité immédiate des pneus du véhicule. Ce dispositif sera compléter par l'ajout, sous le véhicule à alimenter, d'un cadre flottant (372) placé et adapté pour absorber les variations latérales du véhicule par rapport aux rails électriques, ce cadre supportant deux électrodes balais (373) ces dernières étant en contact avec les rails d'alimentation. Le dispositif est aussi muni d'une commande automatique (en fonction du lieu) de déploiement ou de retrait des balais. L'énergie absorbée par le frottement des balais est faible, ainsi, pour un véhicule ayant une force d'appuis de 5Kg, l'effort de frottement est d'environ le dixième soit environ 5 N ce qui, à la vitesse de 20 m/s (72 km/h) correspond à une énergie de 20 * 5 = 100 Nm/s ou Watts.

[0068] Judicieusement, les points d'entrée du cadre de saisie sur les électrodes se feront progressivement et avec une vitesse réduite.

[0069] Freins des véhicules Un véhicule peut se trouver en panne sur un tronçon comportant les bouteroues sur les deux côtés. De plus un véhicule à l'arrêt est un véhicule qui est généralement freiné (ne serait que pour empêcher son emballement lorsqu'il est situé sur une pente). Judicieusement, les véhicules seront équipés de dispositifs permettant de les sortir de ces fâcheuses positions. L'une des solutions est mécanique et l'autre électrique. Dans le cas de la solution mécanique, le véhicule qui se trouve derrière dispose sur son pare-choc avant d'un profil externe saillant (125) qui viendra s'encastrer dans la fente (126) du véhicule précédent, cette barre ayant pour effet de pousser un levier placé derrière le pare-choc, levier qui se trouve être situé dans le circuit de tension du câble de freinage cette action permettant ainsi de détendre la câble de freinage, donc de «défreiner» le véhicule précédent. En version électronique, les véhicules sont équipés d'un émetteur NFC (Near Field Communication) à l'avant du véhicule (221) et d'un récepteur NFC à l'arrière (222) ainsi, lorsque le véhicule placé à l'arrière s'approche de l'autre véhicule, son champs est détecté ce qui a pour effet de libérer le frein électrique judicieusement placé sur le circuit électrique de secours du véhicule).

[0070] La fig. 34 présente un véhicule avec ses accessoires. On perçoit un processeur (uP) qui est relié aux divers organes intervenant dans la conduite automatique sur une chaussée ultralégère. Un GPS (341) permet de situer le véhicule ainsi et d'extraire des informations de pilotage à partir d'une table remplie par GPRS et contenant les informations propres au lieu. Ainsi il est possible d'enclencher ou déclencher l'automatisme, de contrôler la vitesse maximum (345), cette dernière pouvant être modulée par les informations du télémètre (343), de livrer une vitesse de référence en fonction du lieu (349), cette dernière pouvant agir sur les caractéristiques du régulateur ou les organes de détection des corps étrangers comme les piétons (D). Des repères fixes au sol (RFID) ont pour but de signaler des événements ou de remplacer le dispositif de localisation GPS lorsque le véhicule circule dans un tunnel ou une passerelle immergée. On notera aussi la lecture d'un signal RFID (344, 341) permet d'envoyer une commande de libération du frein en cas de panne. De plus, le (uP) associé à la transmission GPRS permet à un opérateur, situé dans une centrale de pilotage le cas échéant, de prendre le contrôle à distance d'un véhicule ceci en particulier lorsque la chaussée et le véhicule sont l'objet de problèmes ou de pannes, judicieusement, une caméra vidéo saisira la vue qu'aurait un chauffeur placé dans le véhicule.

[0071] Diverses applications sont présentées sur les fig. 41 à 47. La fig. 41 présente un système évolutif. Dans une première phase, les carrefours sont équipés progressivement de passage sous-terrain pour les véhicules ultralégers. Ainsi, on perçoit l'entrée du véhicule (411), puis la sortie du véhicule (412) qui poursuivra sur la voie classique.

[0072] Dans une deuxième phase, ces passages sont intégrés dans un système plus global et mixte comportant des véhicules individuels et des véhicules collectifs ayant la forme de navettes présentée en fig. 36 puis uniquement des véhicules collectifs dès que la fréquentation est élevée, cette étape étant contrôlée par le dispositif décrit en fig. 20. La chaussée ultralégère est isolée de la chaussée traditionnelle par des barrières (413). Des ouvertures sont aménagées après les carrefours pour les véhicules individuels (414). Une station (415) pour les passagers des véhicules collectifs se situe avant le carrefour. A priori, les véhicules collectifs de 2 à 4 places sont à conduite automatique, ils s'arrêtent uniquement sur demande ce qui signifie que lorsqu'ils ne s'arrêtent pas, ils passent les stations en transit (417). Les véhicules sont stationnés dans des garages spécifiques (416) à gestion automatique. Les stations sont aptes à recevoir quelques navettes (418) en réserve. Idéalement, un dispositif de gestion automatique lance les véhicules à partir des garages (416), ou les réceptionne lorsque le flux diminue. En situation idéale, les stations disposent de véhicules en réserve et les passagers vont d'une station vers leur destination en ayant au maximum une à deux haltes correspondant aux autres passagers.

[0073] La fig. 42 présente une coupe d'une chaussée urbaine avec l'insertion d'une voie ultralégère sous-terraine (421) et placée sous le trottoir.

[0074] La fig. 43 présente une coupe d'une chaussée périurbaine avec l'insertion d'une voie ultralégère aérienne (431) située au-dessus du trottoir.

[0075] La fig. 44 présente une comparaison graphique des sections de deux tunnels, l'un (441) pour le trafic traditionnel et l'autre (442) pour le trafic ultraléger.

[0076] La fig. 45 présente l'ajout, dans des tunnels existants, de voies ultralégères.

[0077] Les fig. 49 à 49 présentent une solution de mobilité ultralégère utilisant les bandes latérales d'autoroutes situées à l'extérieur des barrières de protection (bermes). Ces bandes sont des espaces qui ont pour but de diminuer la gravité des accidents le cas échéant. Ces bandes sont fréquentes en Europe de l'Ouest. La mise en place d'un flux de véhicules légers dans cette zone (à l'extérieur des bermes) permet de renforcer le rôle des bermes pour les véhicules traditionnels alors que les véhicules ultralégers, moins dangereux de part leur poids sont maintenus sur la chaussée ultralégère par les bouteroues. Aux abords des échangeurs, les véhicules ultralégers ont la possibilité de rester sur la voie ultralégère ou d'en sortir. S'ils restent sur le tracé autoroutier, ils passeront dans un petit tunnel alors que s'ils sortent, ils suivront d'abord un tronçon parallèle à la voie existante puis ils passeront sur la voie existante à un endroit où il n'y a plus de gêne pour un véhicule traditionnel qui sortirait de l'autoroute.

[0078] La fig. 50 présente un nouveau quartier de service essentiellement organisé avec cette nouvelle mobilité ultralégère. Ainsi, les véhicules disposent d'une voie privilégiée (501) pour sortir de la route à grand trafic (502). Le circuit est à sens unique. Un passager qui se rend dans l'immeuble (504) va prendre la voie inférieure dessinée en pointillés (505) puis va libérer le véhicule qui se rend automatiquement au garage (506). De même, un passager qui se rend dans l'immeuble (507) va prendre la voie inférieure (508) avant de libérer le véhicule qui se rendra aussi automatiquement au garage (506). Lors de la fin de l'activité, l'employé appelle son véhicule au moyen de son téléphone portable, le dit véhicule se présentant seul au pied de l'immeuble correspondant. Des échanges avec les chaussées traditionnelles sont prévus à la sortie du garage ou au carrefour (503).

Revendications

1. Passerelle immergée comprenant des caissons (11) creux reliés entre eux pour former un chemin de circulation (13) et pour permettre l'immersion d'une partie des caissons sous une ligne de flottaison (21, 73, 91) fonction du poids global des caissons, caractérisée en ce que les caissons (11) sont reliés entre eux par une structure de traction (12, 32, 85, 86) calculée pour assurer un maintien des caissons et pour supporter une charge variable correspondant à une utilisation de la passerelle immergée par des piétons ou des véhicules légers ou ultralégers(10, 162).
2. Passerelle immergée selon la revendication 1, caractérisée en ce que les caissons (11) sont reliés en plusieurs tronçons par une première structure de traction (12, 32, 74, 85, 86) et en ce que les dits tronçons (101, 102, 103) sont reliés entre eux par une deuxième structure de traction (118, 127).
3. Passerelle immergée selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la première structure de traction comprend des câbles (12, 74, 85, 86) introduits dans des logements formés dans les caissons et des cônes de traction (32) des câbles venant en appui contre deux extrémités des caissons formant ainsi un tronçon et la deuxième structure de câbles (118, 127) introduits dans des logements formés dans les caissons et des cônes de traction (32) des câbles venant en appui contre deux extrémités des tronçons formant ainsi la passerelle cette deuxième structure permettant de contrôler la pression de serrage sur les joints (114, 115).

4. Passerelle immergée selon les revendications 3, caractérisée en ce que les caissons d'extrémité sont hors d'eau pour contrôler la pression de serrage des joints à partir d'une zone sèche et que les appuis des extrémités sont à roulement (105).
5. Passerelle immergée selon la revendication 1 à 3, caractérisée en ce que les caissons (11) comprennent des parties supérieures vitrées (63).
6. Passerelle immergée selon la revendication 1 à 5, caractérisée en ce que les caissons ont un poids en dessous du poids du volume d'eau déplacée et intègrent des niches de lestage (15,67) qui permettent de faire passer le poids au-dessus du poids du volume d'eau déplacée.
7. Passerelle immergée selon la revendication 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte une chaussée dite ultralégère pour véhicules dits ultralégers, la dite chaussée disposant, sur les côtés, de profils latéraux dits bouteroues ayant fonction de rails de protection (141) de manière à empêcher mécaniquement les véhicules de sortir de la chaussée, les dits véhicules comportent un dispositif d'aide au positionnement latéral ayant pour but d'éviter que les roues des véhicules touchent les bouteroues.
8. Passerelle immergée selon la revendication 7, caractérisée en ce la chaussée dispose d'un dispositif d'aide au positionnement latéral des véhicules réalisé grâce à des saillies ou bourrelets situés au pied des bouteroues (163, 192) ou au pied de leur prolongement virtuel (193), ces saillies faisant office de sillons de guidage et permettant au véhicule de s'auto-aligner tout en l'autorisant à sortir de la chaussée lorsqu'il y a absence de bouteroue et qu'une action volontaire sur la direction le provoque, le véhicule lui-même disposant soit d'un dispositif électronique de positionnement des roues avant soit une chasse angulaire et/ou déportée (a) permettant l'auto-alignement des roues directrices sur le sillon formé par les saillies (163).
9. Passerelle immergée selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce que les véhicules ultralégers comportent un dispositif électronique d'aide au positionnement latéral et disposent d'un élément de saisi de l'angle de direction (321) du véhicule, ce dernier agissant sur une fonction intégrée au dispositif pour calculer la position latérale que devraient prendre les roues directrices (338), cette position étant comparée avec la valeur instantanée de la position latérale détectée par des capteurs mesurant la distance des roues du véhicule aux bouteroues (322, 323), le résultat de la comparaison (335) agissant sur un régulateur dont la sortie (338) pilote un servomoteur de commande de direction pour ajuster» la position latérale.
10. Procédé pour relier entre eux des caissons (11) en une passerelle immergée selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les caissons (11) sont assemblés en cale sèche (81), bouchonnée (84) dans les extrémités, le cas échéant, de manière à rendre la passerelle flottante, avant d'être déplacée vers le site définitif via la voie d'eau où l'objet sera lesté jusqu'à immersion dans son emplacement définitif, caractérisé en ce que la forme du fond (83) de la cale sèche correspond à la forme définitive de la passerelle qui peut être plate ou comporter des segments obliques de manière à ce que les caissons qui sont liés entre eux par la structure de traction prennent la forme définitive de la passerelle.

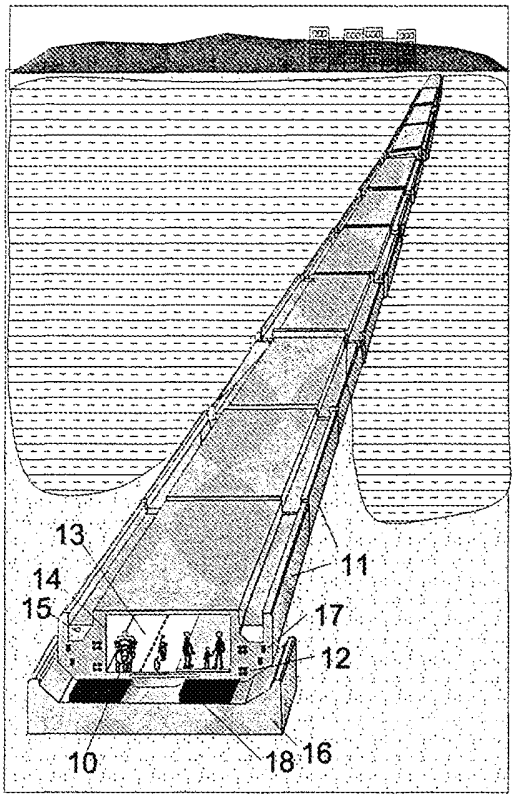


Fig 1

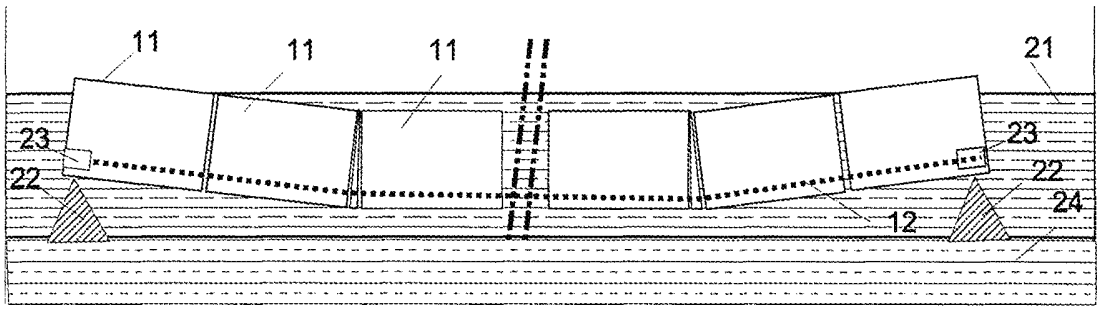
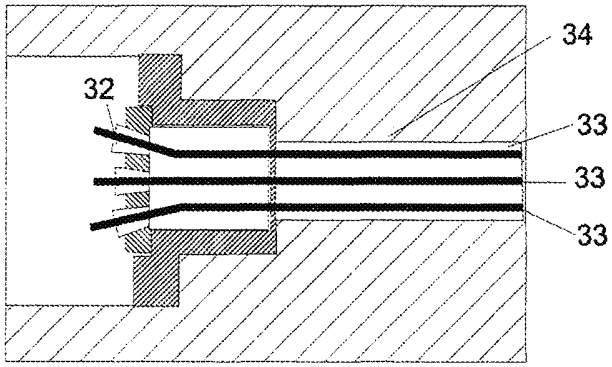


Fig 2

Fig 3



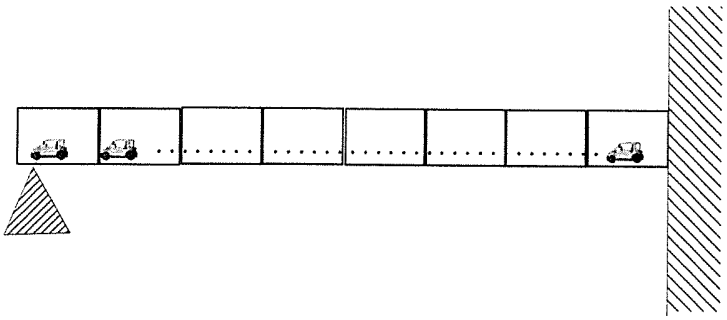


Fig 4

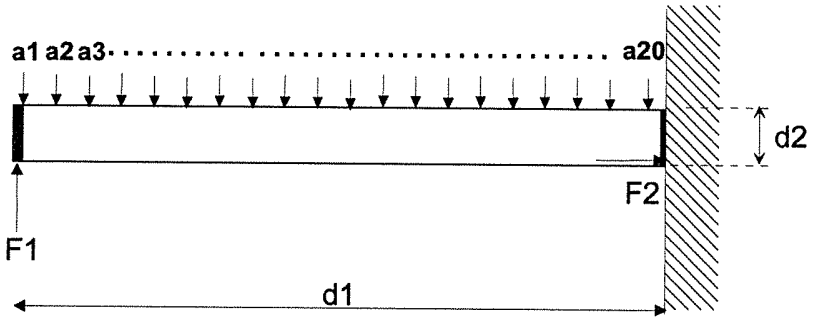


Fig 5

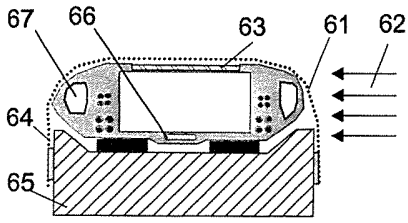


Fig 6

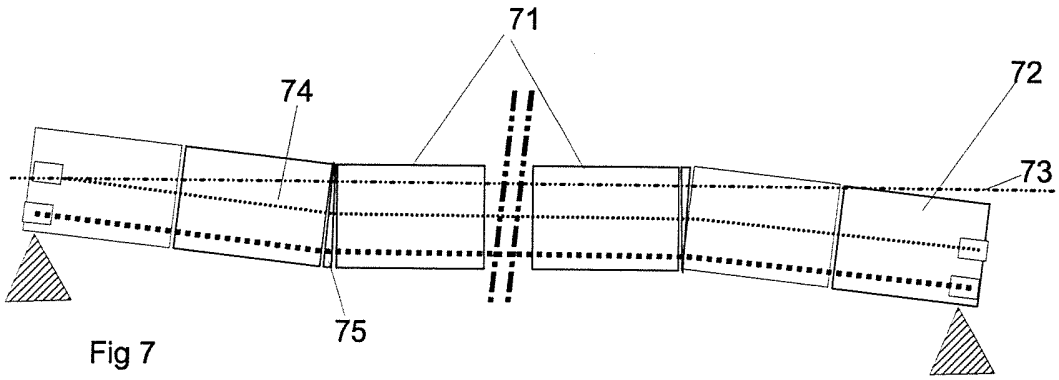


Fig 7

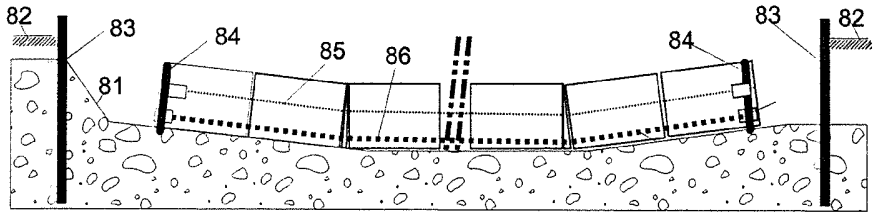


Fig 8

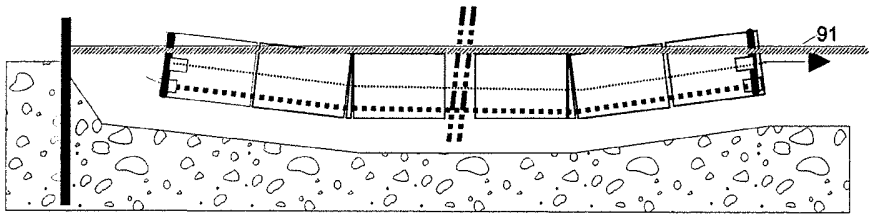


Fig 9

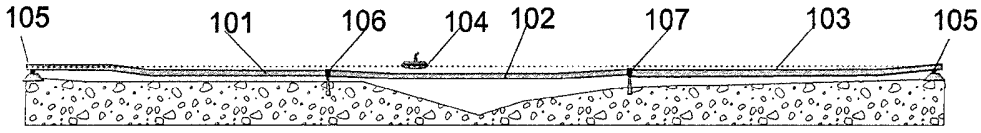


Fig 10

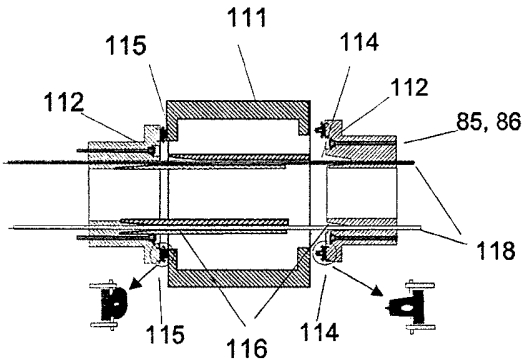


Fig 11

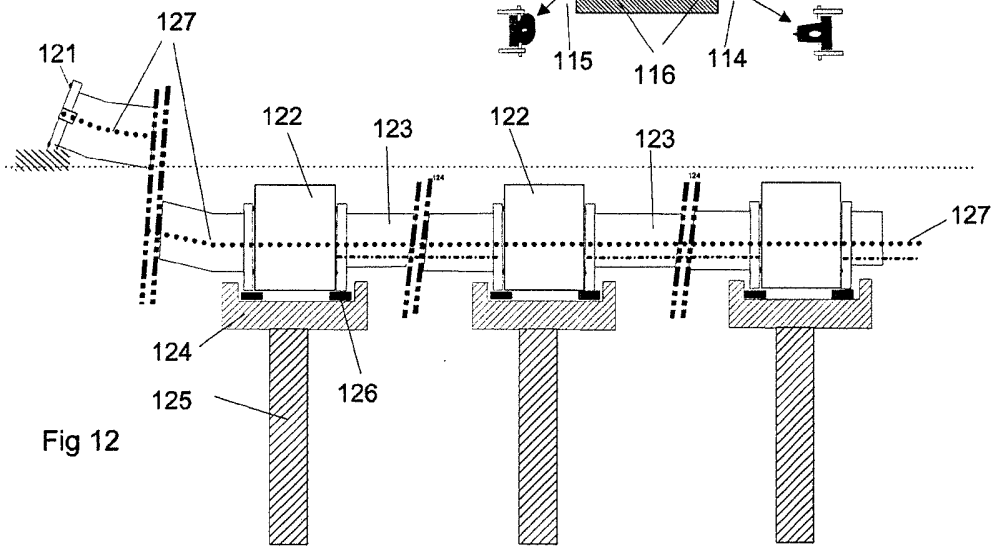


Fig 12

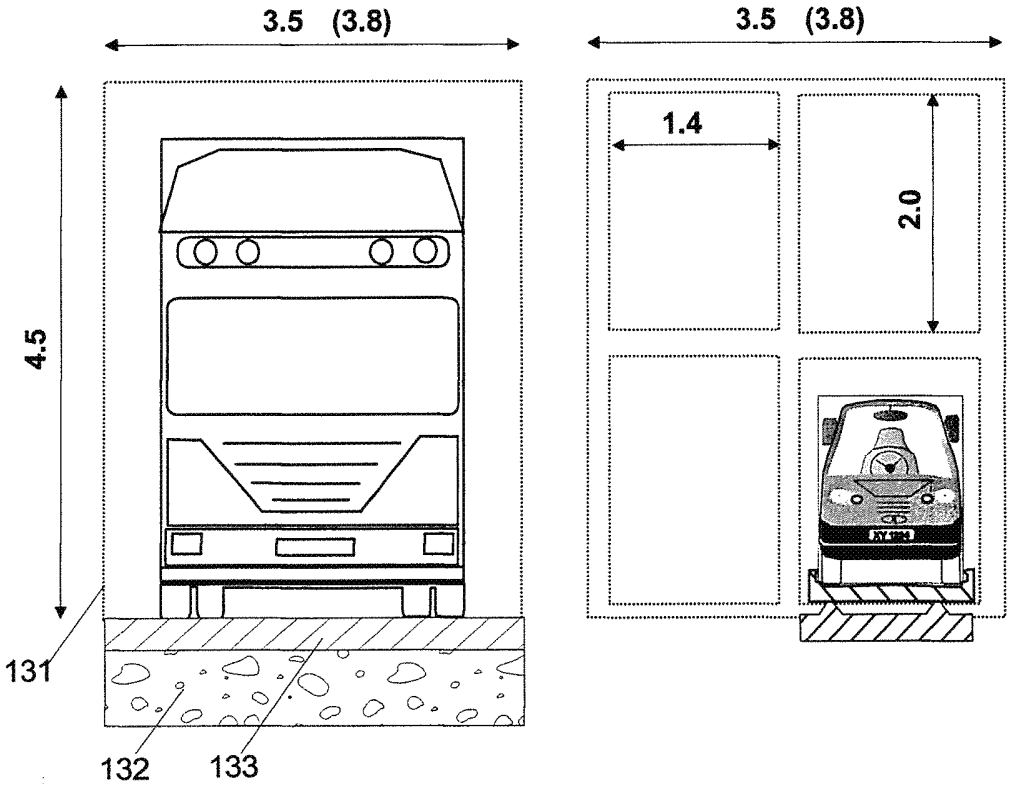


Fig. 13

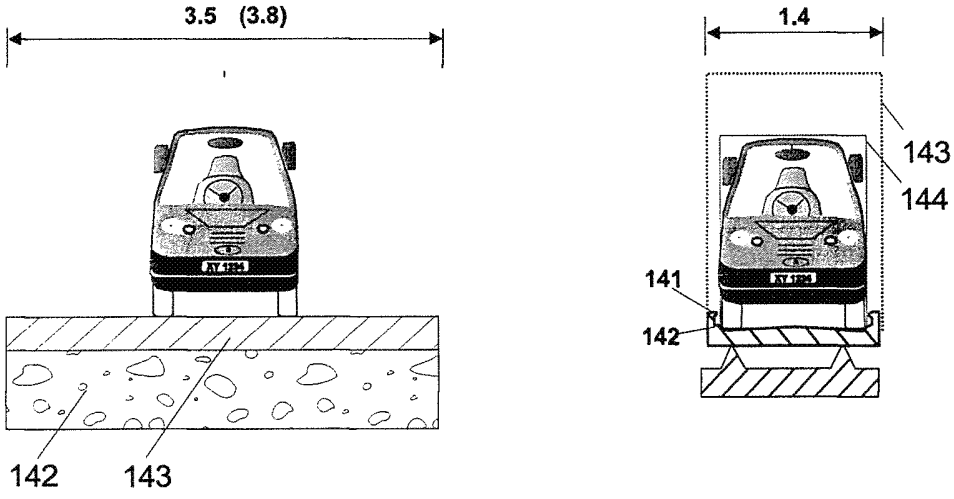


Fig. 14

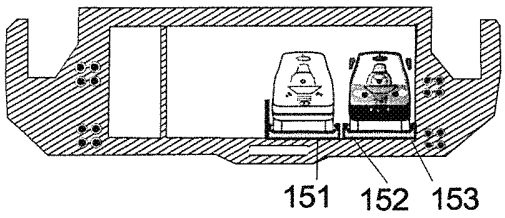


Fig. 15

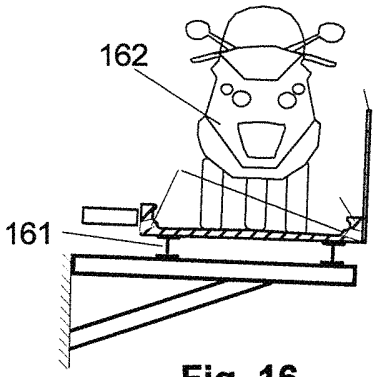


Fig. 16

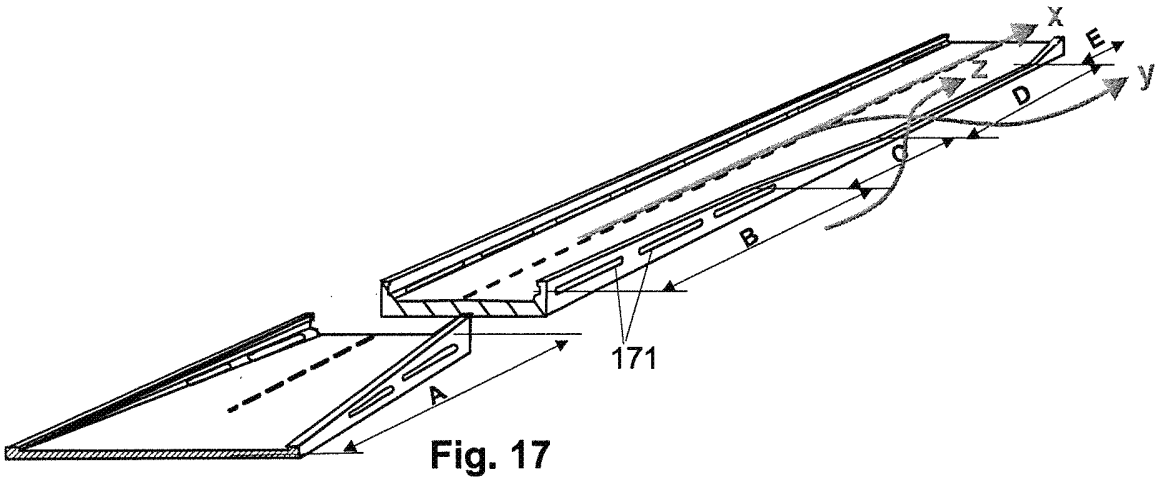


Fig. 17

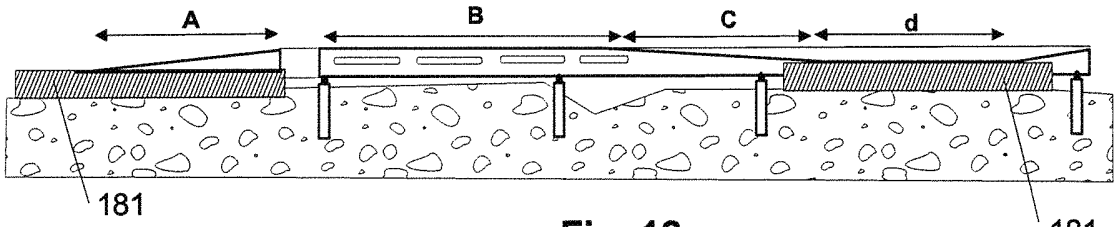
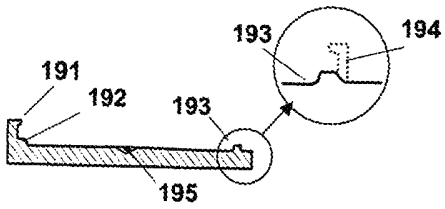


Fig. 18

Fig. 19



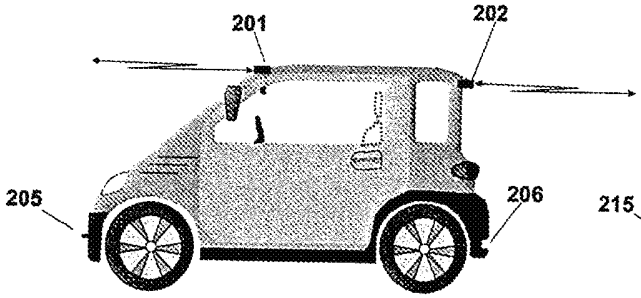


Fig 20

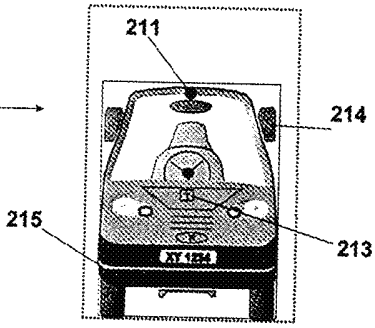


Fig 21

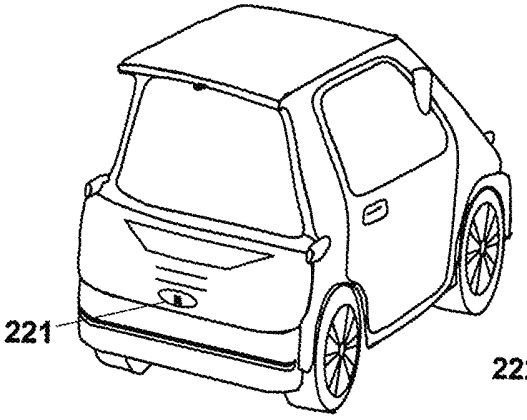


Fig 22

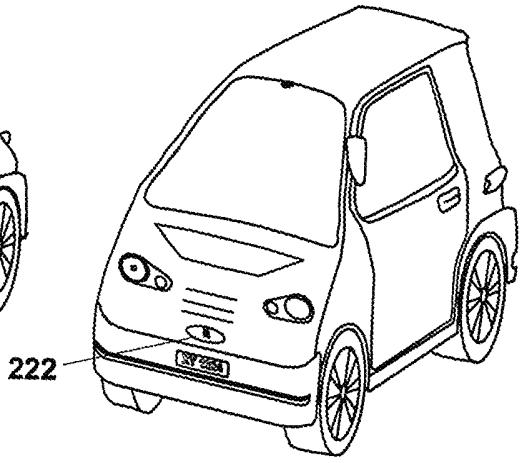


Fig 23

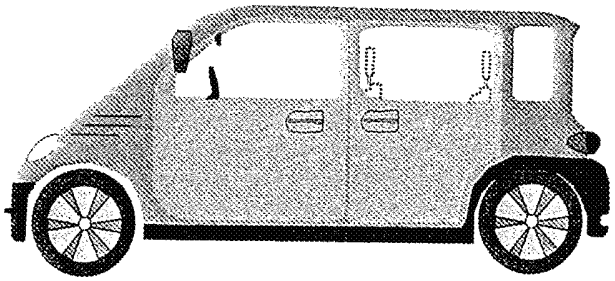


Fig 24

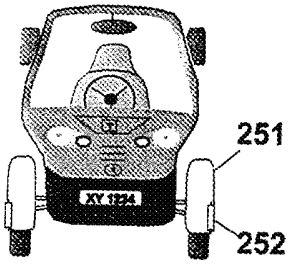


Fig 25

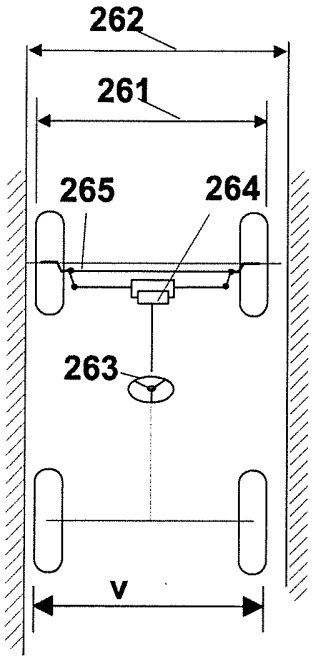


Fig 26

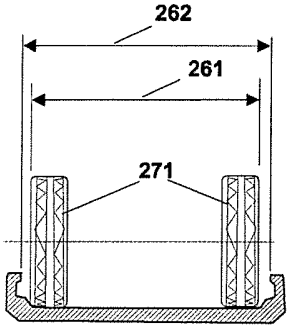


Fig 27

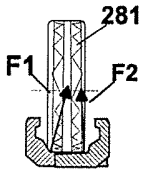


Fig 28

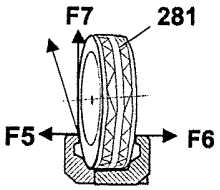


Fig 29

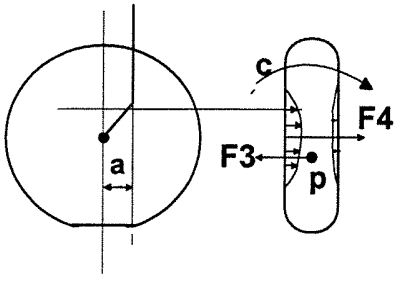


Fig 30

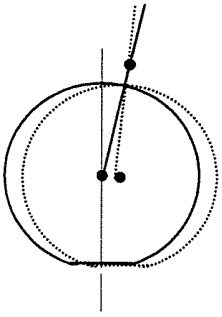


Fig 31

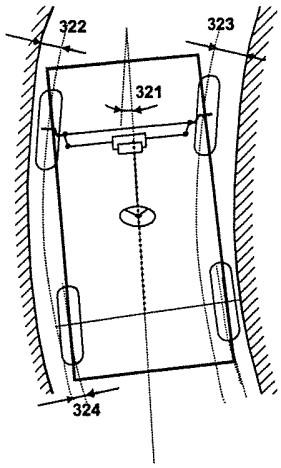


Fig 32

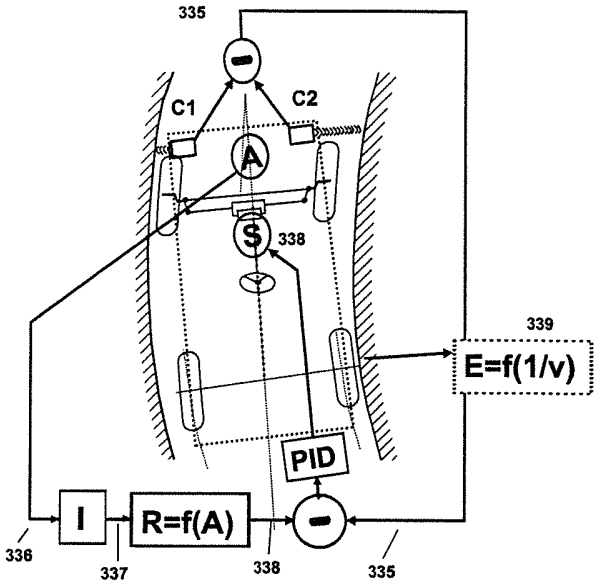


Fig 33

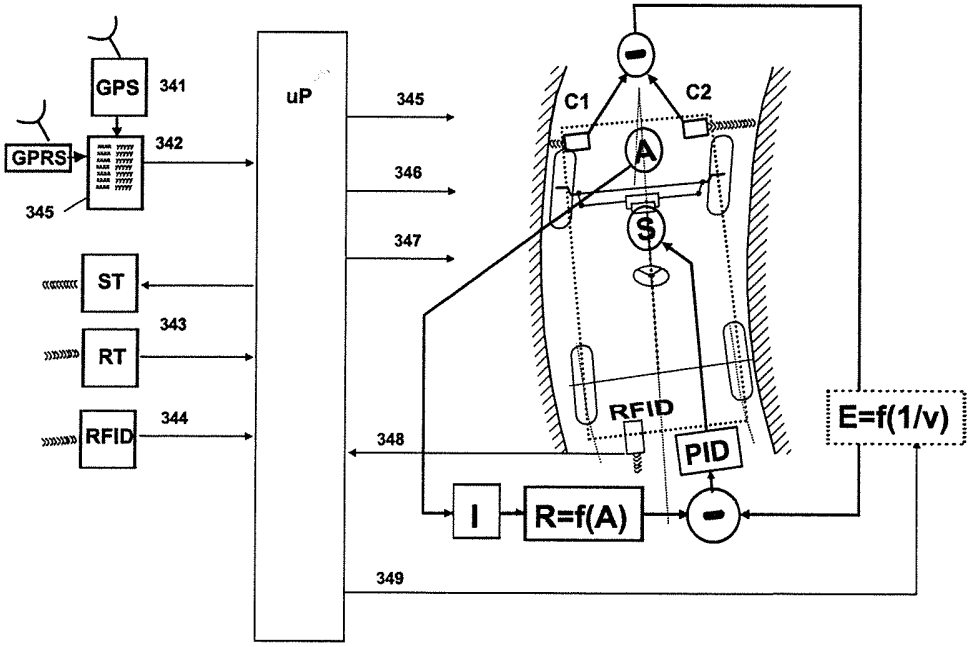


Fig 34

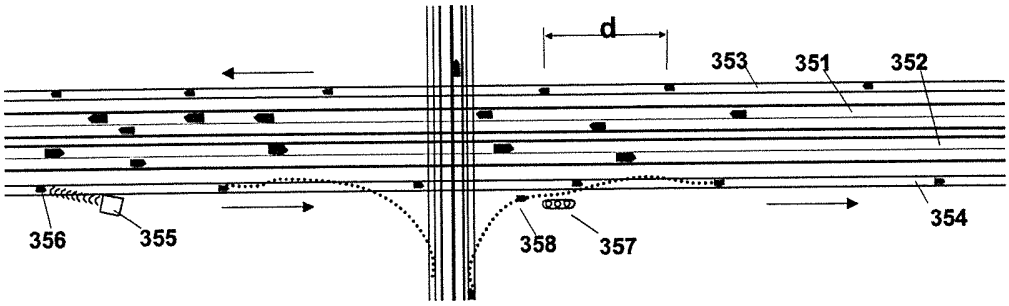


Fig. 35

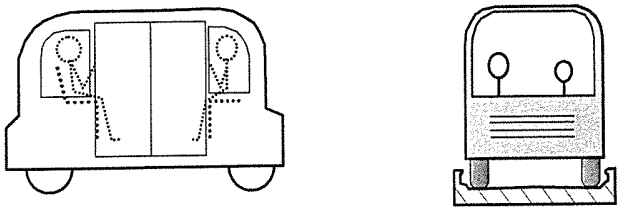


Fig 36

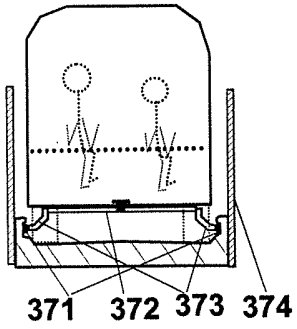


Fig 37

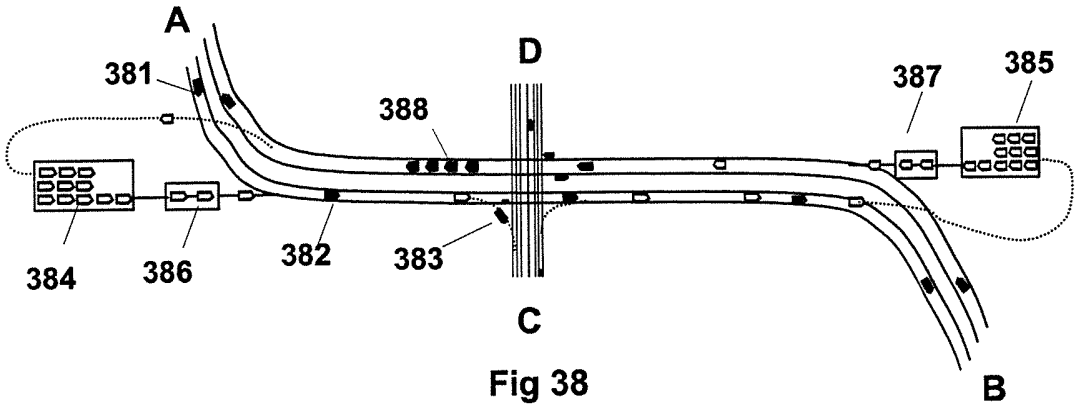


Fig 38

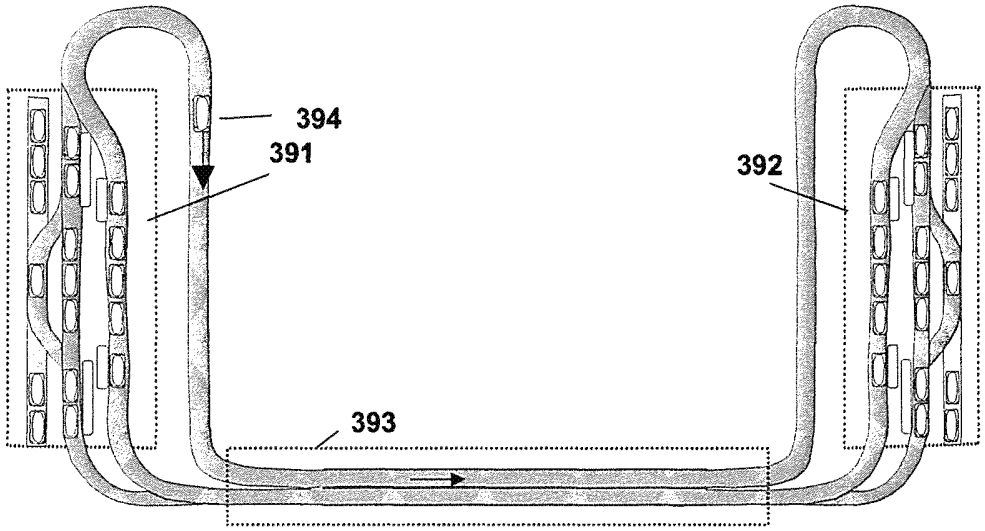


Fig 39

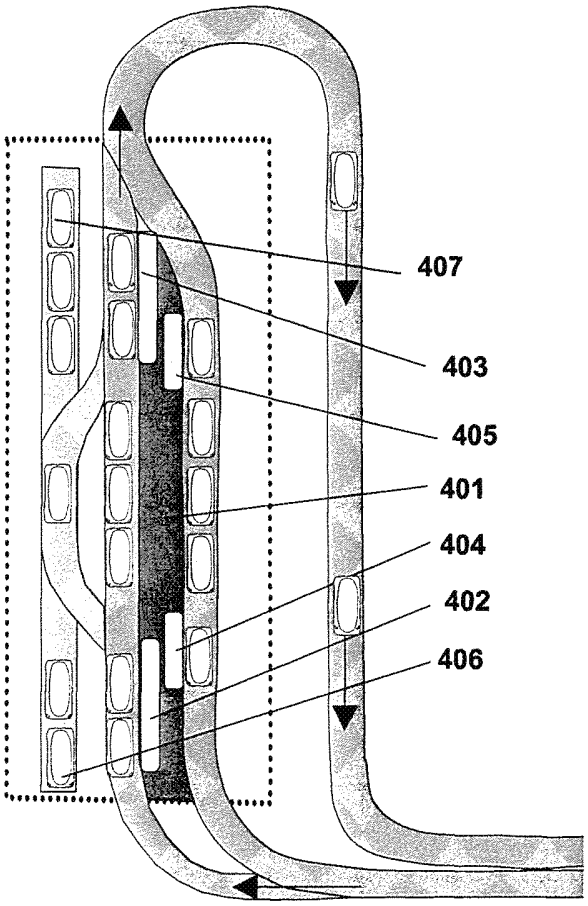


Fig 40

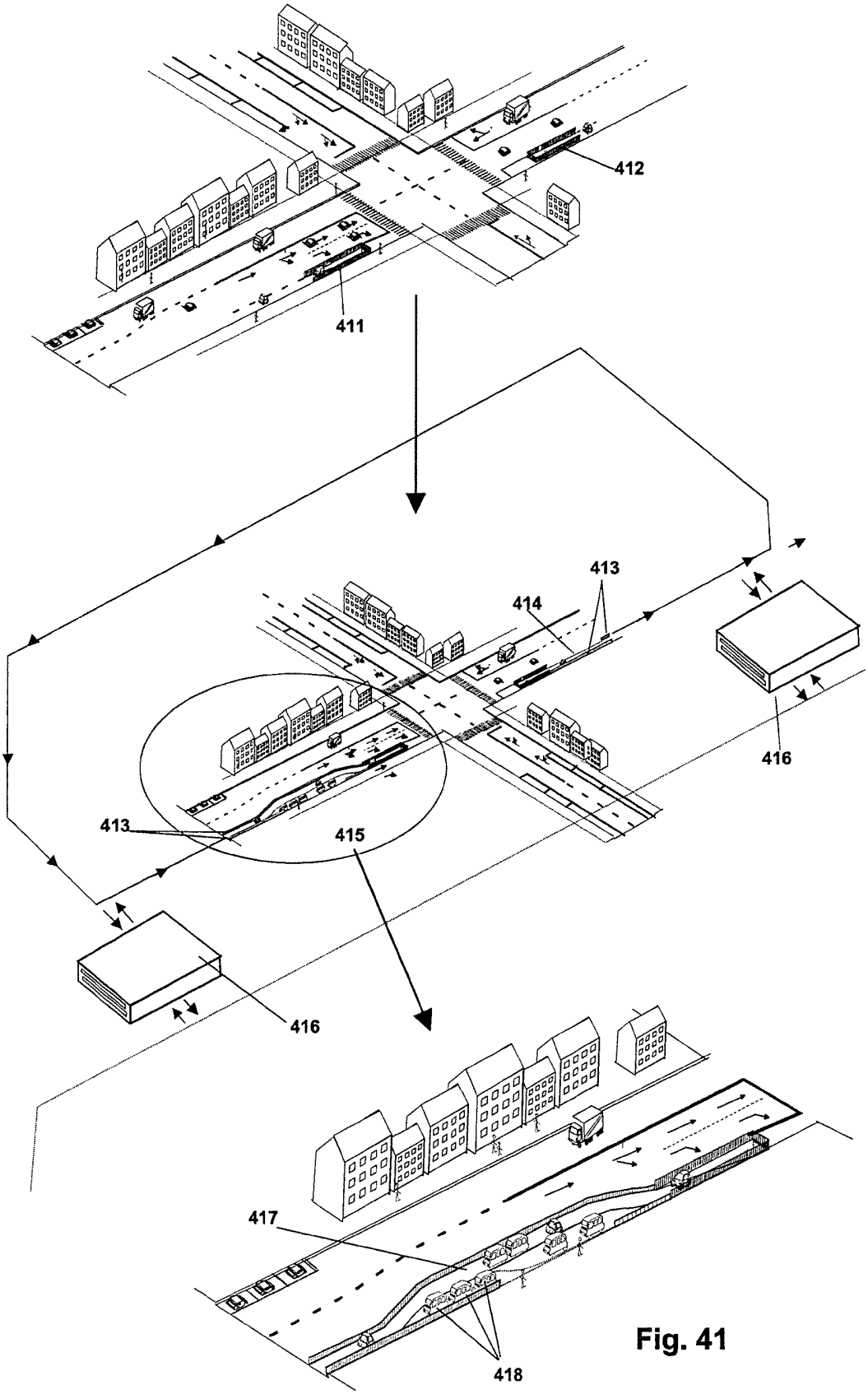
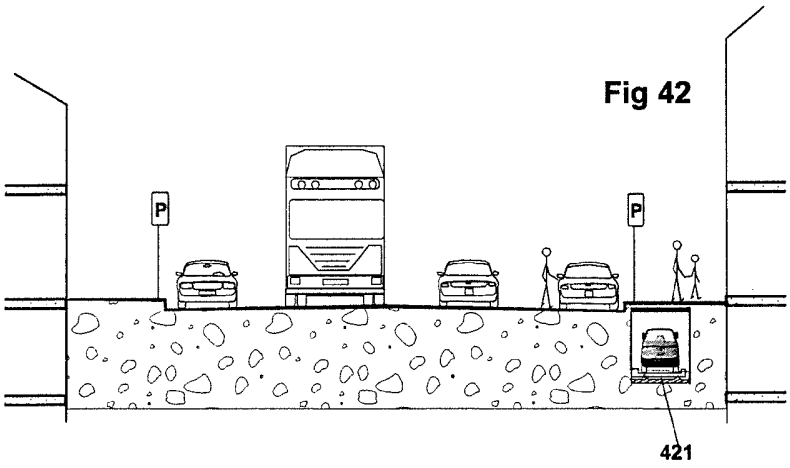


Fig. 41

Fig 42



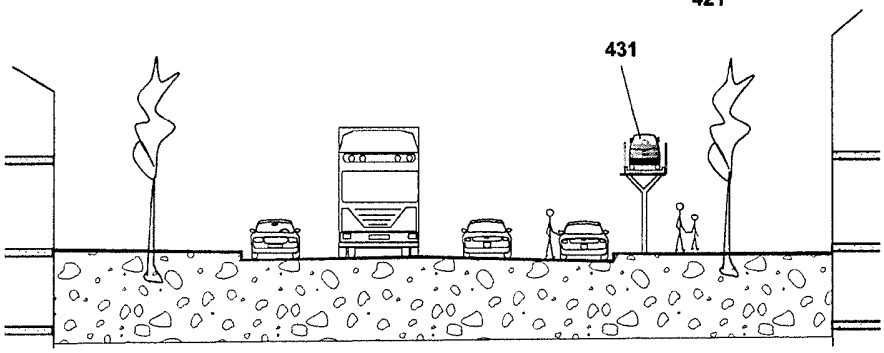


Fig 43

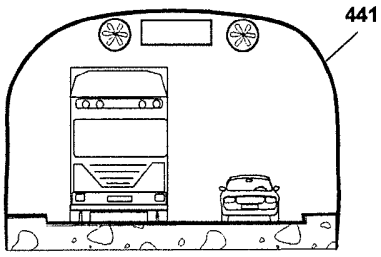
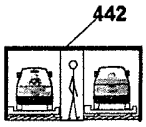


Fig 44



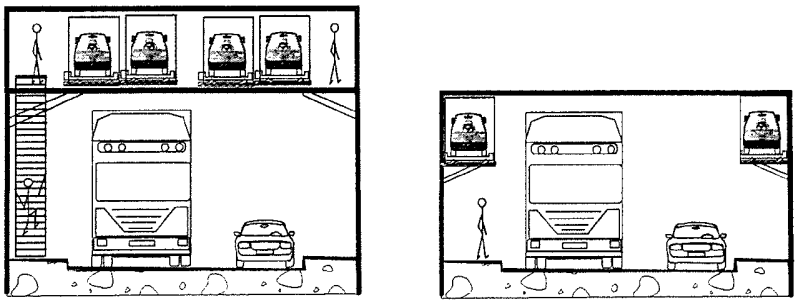


Fig 45

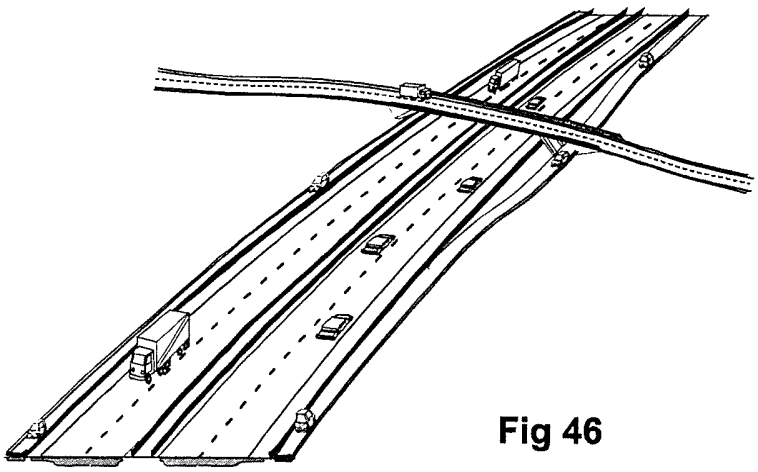


Fig 46

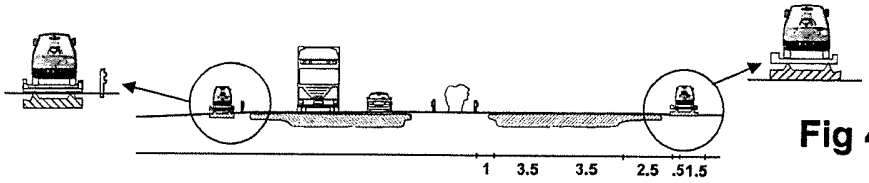


Fig 47

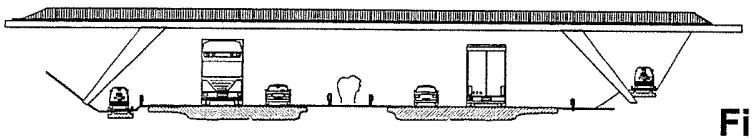


Fig 48

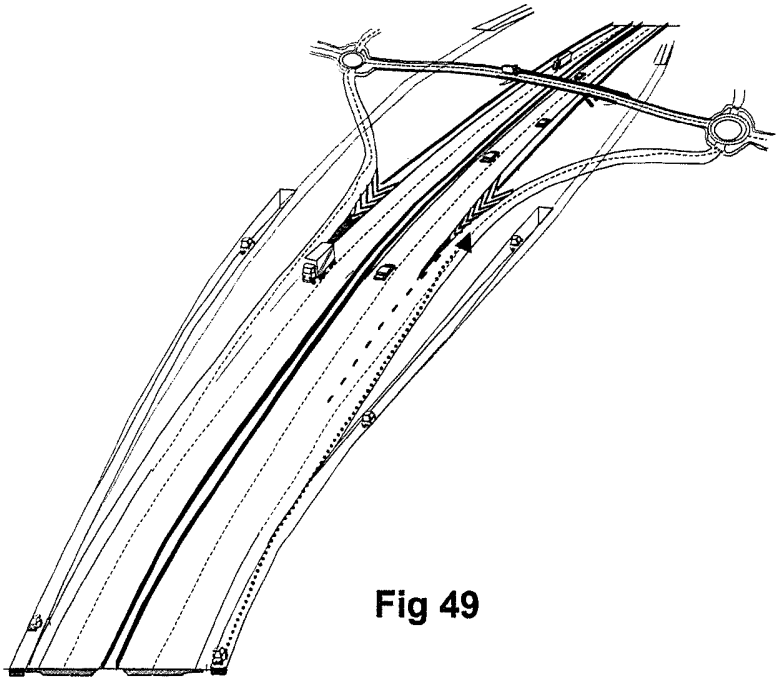


Fig 49

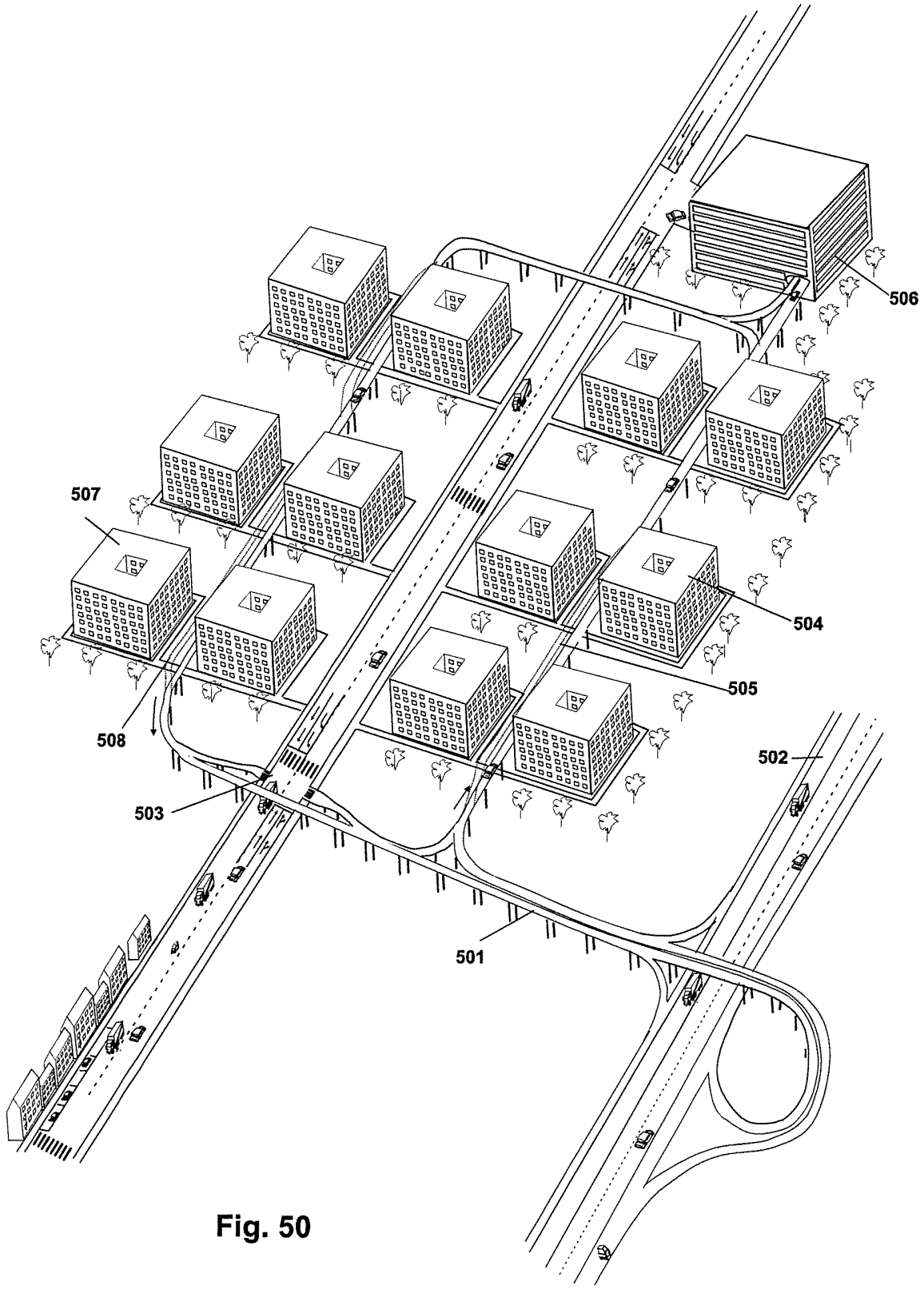


Fig. 50

RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF À LA DEMANDE DE BREVET SUISSE

Numéro de la demande: CH00584/12

Classification de la demande (CIB):
E02D29/067

Domaines recherchés (CIB):
E02D, E21D

DOCUMENTS PERTINENTS:
(référence du document, catégorie, revendications concernées, indications des parties significatives (*))

1 DE2009399 A1 (BOSSNER J) 09.09.1971

Catégorie: **X** Revendications: **1**
* page 4 ligne 11 - page 5 ligne 22; page 6 ligne 15 - page 7 ligne 2; rev. 1; fig. 1-2 *
Catégorie: **Y** Revendications: **5-7, 9**
Catégorie: **A** Revendications: **2-4, 10**

2 DE2423854 A1 (BOSSNER J) 04.12.1975

Catégorie: **X** Revendications: **1**
* page 3 lignes 13-32; page 4 ligne 16 -page 5 ligne 18; rev. 10-11; fig. 1-6 *
Catégorie: **Y** Revendications: **5-7, 9**
Catégorie: **A** Revendications: **2-4, 10**

3 WO9006401 A1 (TORKILDSEN O B) 14.06.1990

Catégorie: **X** Revendications: **1**
* page 2 ligne 13 - page 4 ligne 35; fig. 1-11 *
Catégorie: **Y** Revendications: **5-7, 9**
Catégorie: **A** Revendications: **2-4**

4 FR2513310 A1 (SELVAAGEBYGG AS) 25.03.1983

Catégorie: **X** Revendications: **1**
* page 3 ligne 3 - page 4 ligne 7; page 5 ligne 31 - page 6 ligne 8; fig. 1-4 *
Catégorie: **Y** Revendications: **5-7, 9**
Catégorie: **A** Revendications: **2, 10**

5 Sea Life Aquarium, Grapevine Texas Online, 24.07.2011, http://www.grapevinetxonline.com/sea-life-aquarium/

Catégorie: **Y** Revendications: **5**
* paragraphe "Ocean Tunnel / Tank"; photos 1, 3; vidéo *

6 [Online] Epoque, EPODOC / EPO, JP3051497 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 05.03.1991

Catégorie: **Y** Revendications: **6**
* abrégé; fig. 1, 3-6, 8-10 *
Catégorie: **A** Revendications: **1**
& JP3051497 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 05.03.1991

7 US2002010974 A1 (MCCRARY H T) 31.01.2002
Catégorie: **Y** Revendications: **7, 9**
* [0058]; [0067]-[0068]; [0086]; [0092]; [0095]; [0113]; fig. 1, 2A-2B, 8, 9 *
Catégorie: **A** Revendications: **8**

8 FR2424365 A1 (SFP SOC FRAN PRECON; SFP-STRUCTURES; SOC FRANC PRECONTRA) 28.12.1979
Catégorie: **A** Revendications: **1, 6-7**
* page 5 ligne 9 - page 6 ligne 19; fig. 6-7, 9 *

9 Ch. J. A. Hakkaart; A. Lancelotti; H. Ostlid; R. Marazza; K. A. Nyhus; D.R. Culverwell, Submerged Floating Tunnels, 24.09.1993, http://www.ats.org.au/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=137
Catégorie: **A** Revendications: **1, 10**
* page 282 §4.1 *

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS:

X:	remettent en question, à eux seuls, la nouveauté et/ou l'activité inventive	D:	ont été fournis par le demandeur avec la demande de brevet
Y:	remettent en question, à l'appui d'un document de la même catégorie, l'activité inventive	T:	théories et principes sur lesquels se fonde l'invention
A:	définissent l'état général de la technique sans avoir de pertinence particulière pour la nouveauté et l'activité inventive	E:	documents de brevets dont la date de dépôt ou de priorité se situe avant la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche mais qui ont été publiés seulement après cette date
O:	divulgation non écrite	L:	documents cités pour d'autres raisons
P:	ont été publiés entre la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche et la date de priorité revendiquée	&:	membre de la même famille de brevets; document correspondant

La recherche se base sur la version des revendications déposée initialement. Une nouvelle version des revendications déposée ultérieurement (art. 51 al. 2 OBI) n'est pas prise en considération.

Le présent rapport de recherche a été établi pour les revendications, pour lesquelles les taxes requises ont été payées.

Chercheur:	Camicas-Aycardi Georges
Autorité de recherche, lieu:	Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle, Berne
Fin de la recherche:	24.05.2012

TABLEAU DES FAMILLES DES BREVETS CITÉS

Les membres de la famille sont mentionnés conformément à la base de données de l'Office européen des brevets. L'Office européen des brevets et l'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle ne garantissent pas ces données. Celles-ci sont fournies uniquement à titre d'information.

DE2009399 A1	09.09.1971	DE2009399 A1	09.09.1971
DE2423854 A1	04.12.1975	DE2423854 A1	04.12.1975
WO9006401 A1	14.06.1990	NO872375 D0	05.06.1987
		NO872375 A	02.01.1989
		NO162255 B	21.08.1989
		NO162255 C	29.11.1989
		WO9006401 A1	14.06.1990
FR2513310 A1	25.03.1983	FR2513310 A1	25.03.1983
		GR76731 A1	30.08.1984
		IT8212624 D0	23.09.1982
		IT1157751 B	18.02.1987
		NO813245 A	24.03.1983
		NO150974 B	08.10.1984
		NO150974 C	23.01.1985

JP3051497 A	05.03.1991	JP3051497 A	05.03.1991
		JP2700185 B2	19.01.1998
US2002010974 A1	31.01.2002	AT426857 T	15.04.2009
		AU4215000 A	14.11.2000
		DE60041870 D1	07.05.2009
		EP1169684 A1	09.01.2002
		EP1169684 A4	11.08.2004
		EP1169684 B1	25.03.2009
		JP2002541596 A	03.12.2002
		US6169954 B1	02.01.2001
		US6198994 B1	06.03.2001
		US2002010974 A1	31.01.2002
		US6721985 B2	20.04.2004
		WO0062235 A1	19.10.2000
FR2424365 A1	28.12.1979	FR2424365 A1	23.11.1979
		FR2424365 B1	04.02.1983
		GB2019926 A	07.11.1979
		GB2019926 B	29.09.1982
		IT7967744 D0	06.04.1979
		IT1118482 B	03.03.1986
		JP54144022 A	09.11.1979