

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 979 927

②1 N° d'enregistrement national : 11 02766

⑤1 Int Cl⁸ : E 02 D 29/045 (2013.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.09.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.03.13 Bulletin 13/11.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ABOULCAID MUSTAPHA — FR.

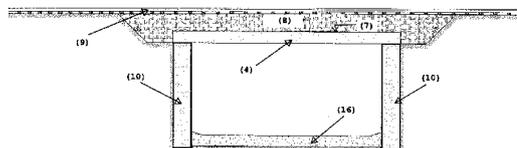
⑦2 Inventeur(s) : ABOULCAID MUSTAPHA.

⑦3 Titulaire(s) : ABOULCAID MUSTAPHA.

⑦4 Mandataire(s) : ABOULCAID MUSTAPHA.

⑤4 PROCÉDE POUR LA CONSTRUCTION D'OUVRAGES, NOTAMMENT DE PASSAGES SOUS DES VOIES
FERREES OU ANALOGUES EN EXPLOITATION.

⑤7 L'invention concerne un procédé permettant de réduire considérablement le nombre et durées des interruptions temporaires de circulation nécessaires à la réalisation des passages inférieurs. Après interruption provisoire de la circulation sur les voies (9) et leurs dépose au droit de l'emplacement prévu dans le talus pour le futur passage à construire, on procède à un décaissement en tête du talus afin de permettre la réalisation du tablier (4) ainsi que son étanchéité (7), puis remblaiement (8) et repose des voies afin de restituer le trafic en fin de période d'interruption de la circulation. Les piédroits (10) du passage seront réalisés en creusant des galeries descendues jusqu'au niveau des fondations, leurs ferrailage, bétonnage, puis terrassement à l'intérieur du passage, en attendant la réalisation du radier (16) définitif éventuellement.



FR 2 979 927 - A1



La présente invention concerne un procédé permettant la construction, d'une manière rapide, sûre et efficace, d'ouvrages tels que des passages ferroviaires, autoroutiers, routiers, piétonniers ou autres, au travers de talus ou terrassements quelconques supportant une ou plusieurs voies ferrées, autoroutières, routières ou autres
5 sans nécessiter l'arrêt prolongé du trafic s'écoulant sur ces voies.

On peut faire référence, dans l'état de la technique connue, aux méthodes suivantes :

♦ fonçage transversal, sous le talus, de deux paires de demi-culées ou piédroits évidés, disposés deux à deux en regard de part et d'autre des côtés délimitant le passage à réaliser et ménageant sous les voies, entre celles-ci et la face supérieure des demi-culées,
10 une épaisseur de remblai limitée. Les demi-culées sont amenées deux à deux en butée sensiblement dans le plan longitudinal médian du talus, puis clavées dans leur zone de jonction mutuelle de part et d'autre de ce plan médian. Ensuite, on monte en place sous les voies des raidisseurs sur une longueur de celles-ci légèrement supérieure à celle qui sépare les deux paires de demi-culées, préalablement ou après le fonçage de celles-ci, on
15 retire le remblai entre les voies et les culées jointives sous les raidisseurs, on dispose sur les deux paires de demi-culées respectivement deux sommiers supports reposant sur ces demi-culées, on enlève les raidisseurs et on tronçonne alors les voies sur une longueur correspondant à la largeur du passage, on terrasse le remblai subsistant entre les sommiers sur une épaisseur nécessaire à l'encoffrement de deux demi-tabliers préfabriqués mis en
20 place de chaque côté ou d'un seul côté du passage, ces demi-tabliers étant ripés latéralement sur les sommiers ou sur le dessus des culées, pour les faire reposer jointifs par leurs extrémités, on reconstitue les voies sur les demi-tabliers et on achève le terrassement du passage entre les deux paires de demi-culées sous les voies.

♦ Méthode consistant, après avoir coupé la voie sur une longueur correspondant à
25 celle du passage à réaliser sous celle-ci, à constituer un cadre en béton délimitant ce passage au moyen de deux demi-éléments à section en U, disposés en regard de part et d'autre du talus ou terrassement supportant la voie, à rapprocher progressivement ces demi-éléments par fonçage relatif l'un vers l'autre en les faisant pénétrer à force dans le talus jusqu'à leur mise en contact, à retirer les déblais par l'intérieur des demi-éléments au
30 fur et à mesure de leur pénétration dans le talus, puis à disposer sur le cadre un tablier de support de la voie et enfin à reconstituer celle-ci sur la longueur du tablier. Le fonçage consiste à utiliser des vérins prenant appui d'un côté sur l'un au moins des demi-éléments

de manière à ce que chacun de ces demi-éléments serve alternativement de point d'ancrage pour l'autre, afin d'offrir une réaction convenable à la poussée des vérins. Le fonçage des deux demi-éléments est réalisé à l'aide de câbles traversant le talus, chaque câble étant fixé à une extrémité à un demi-élément et solidarisé à l'autre d'un vérin en appui sur l'autre demi-élément, de manière à exercer sur le câble un effort de traction assurant le rapprochement mutuel des deux parties du cadre. Il faut noter que cette méthode nécessite la mise en place préalable de tabliers auxiliaires ou raidisseurs provisoires.

◆ Procédé dit "Autoripage", consistant après avoir sectionné temporairement la voie au droit de l'emplacement prévu dans le talus de support de cette voie pour le passage à réaliser, et avoir effectué une fouille par excavation du terrain dans cet emplacement, et après avoir préalablement fabriqué ou disposé, sur au moins un côté de la fouille, le cas échéant dans chacun des deux côtés de celle-ci de part et d'autre du talus et en vis-à-vis l'un de l'autre, au moins un radier plat de support et de guidage pour chaque cadre creux en béton, le cadre étant porté par le radier à l'extérieur de la fouille, à mettre en place, parallèlement aux côtés latéraux du cadre creux, au moins un câble de traction, chaque câble étant solidarisé à une extrémité d'un bossage d'ancrage aménagé sur le radier supportant le cadre et à l'autre extrémité en prise avec un vérin porté par ce cadre, de manière que l'effort de traction exercé sur le câble par le vérin se traduise, par suite de la réaction sur le bossage d'ancrage, par un effet de poussée sur le cadre qui glisse progressivement sur le radier puis sur le sol de la fouille pour assurer directement sa pénétration dans celle-ci, en avant du radier. Pour faciliter le glissement, on injecte en permanence entre la face inférieure de chaque cadre et la face supérieure du radier de guidage, une couche de bentonite ou autre matériau analogue, apte à lubrifier mutuellement les surfaces en regard.

◆ Procédé selon le même principe décrit ci-dessus, mais "amélioré" en modifiant la géométrie du cadre du passage de manière à éviter les remblaiements lors de la courte période de coupure de circulation. En effet, lors de l'ouverture de la fouille, des flancs inclinés sont ménagés au travers du talus sur lequel repose la voie de circulation. Le cadre comporte donc, sur chacun de ses côtés latéraux verticaux, deux extensions s'étendant, pour la première dans le prolongement de son côté horizontal supérieur et pour la seconde disposée en biais, de manière à relier l'extrémité opposée du prolongement à la base du

côté vertical du cadre, cette seconde extension présentant une inclinaison sur la verticale sensiblement identique à celle du flanc du talus en regard.

5 ♦ Technique dite de la voûte "parapluie", qui consiste à forer sous la voie dans le terrain du talus qui la supporte, des trous relativement de faible diamètre disposés côte à côte et s'étendant transversalement sous la voie, ces trous permettant la mise en place de tubes métalliques creux dans lesquels peut le cas échéant être injecté du béton de façon à réaliser après durcissement de celui-ci des pieux ou analogues horizontaux, ou encore des profilés rigides massifs qui renforcent ainsi le terrain en armant celui-ci, sous la voie ferrée ou la route, en formant au-dessus du passage ou tunnel à réaliser, une sorte de
10 sommier rigide constitué par la juxtaposition de ces tubes ou profilés rigides. Le terrain pouvant alors être excavé avant la réalisation des parois du tunnel sans risque d'effondrement de la voie. Le sommier ainsi créé peut avoir un profil plan ou incurvé, au-dessus du passage ou tunnel à former transversalement dans le talus.

15 ♦ Méthode dite "Autofonçage", qui consiste à disposer en regard, de part et d'autre du talus supportant la voie, deux demi-culées ou ouvrages analogues, en forme de cadres creux identiques, fermés ou à section en demi-U, préfabriqués en béton armé, dont l'empattement correspond sensiblement à la section du tunnel à réaliser, les zones frontales dirigées l'une vers l'autre de ces cadres étant de préférence partiellement évidées pour former chacune un bec à bords inclinés sur la verticale, ces cadres étant
20 progressivement rapprochés l'un de l'autre à travers le talus au moyen de câbles de traction commandés par des vérins hydrauliques de très grande puissance, le système étant aménagé de telle sorte que les deux cadres se déplacent simultanément l'un vers l'autre ou à tour de rôle, l'un d'entre eux étant immobilisé pendant que le second se déplace vers le premier ou vice versa. A cet effet, ces câbles sont solidaires
25 respectivement de l'un des cadres et d'un vérin porté par l'autre cadre afin que les efforts développés sur ces câbles, par un montage approprié des vérins, provoquent la pénétration des cadres dans le talus et leurs déplacements relatifs de l'un vers l'autre. La terre du talus qui se trouve devant les cadres au fur et à mesure de leur rapprochement mutuel ou alternatif, est éliminée de façon continue, jusqu'au moment où, dans le plan
30 médian de l'ouvrage, parallèlement à la direction de la voie sur le dessus du talus, les deux cadres se rejoignent avec contact de leurs becs en regard, ces cadres étant ensuite clavés entre eux dans leur zone de jonction pour assurer la continuité du tunnel ainsi réalisé sous la voie.

♦ Une amélioration de la méthode décrite ci-dessus, qui présente les deux inconvénients majeurs ci-après :

- Pendant une période de courte durée mais qui néanmoins n'est pas nulle, il est nécessaire de limiter voire interrompre, le trafic pendant que les cadres se rapprochent, et/ou de
5 mettre en place sous cette voie des tabliers auxiliaires de support ou encore des raidisseurs afin d'éviter son effondrement lors de la mise en place des cadres.
- En raison des déplacements des cadres, la partie du terrain qui se trouve au-dessus de ceux-ci et en avant de l'un et de l'autre lorsqu'ils se rapprochent sous l'effet des câbles de traction, crée une infinité de forces de réaction résultant du frottement, en produisant un
10 malaxage intense de la fraction du terrain attaquée par les becs prévus à la pointe des deux cadres et un accroissement du volume de terre en avant et au-dessus de ces becs, ces forces ayant une résultante qui provoque un effort de soulèvement sur la voie ferrée ou la chaussée, en créant le cas échéant des dommages irréremédiables à celle-ci, qui exigent une réparation immédiate et une interruption du trafic plus ou moins prolongée, ce qui est en
15 opposition totale avec le but initial de la méthode dite "Autofonçage".

L'amélioration consiste donc à combiner cette méthode avec celle d'une voûte parapluie formant au-dessus des cadres en mouvement, un sommier de support de telle manière que toute interruption du trafic soit évitée, en éliminant les efforts de réaction et l'effet de soulèvement de la voie qui en résulte et en permettant en outre que la voûte soit en
20 permanence soutenue sur toute la longueur des tubes ou profilés qui la constituent.

♦ Ripage, après ouverture de la fouille dans le talus, de l'ouvrage préalablement préfabriqué à l'aide de remorques automotrices hydrauliques multidirectionnelles. La méthodologie est la suivante :

- Préfabrication de l'ouvrage à côté de son emplacement définitif sous forme
25 de portique ouvert (donc sans radier) puis ouverture de la fouille dans le talus au droit du futur passage.
- Assemblage des lignes de remorques automotrices et mise en place des supports métalliques
- Renforcement du sol pour le passage des remorques afin d'atteindre une
30 certaine portance de sol.
- Roulage des remorques sous le tablier du passage

- Prise en charge du passage par vérinage
- Déplacement du passage jusqu'à sa position finale

5 - Dévérinage de l'ouvrage puis démontage et évacuation des remorques et équipements provisoires.

- Remblaiement de part et d'autre des culées ainsi qu'au-dessus du tablier et rétablissement des voies de circulation.

10 ♦ Ripage, après ouverture de la fouille dans le talus, de l'ouvrage préalablement préfabriqué par poussage sur des chemins constitués de longrines en béton armé équipées de rails métalliques ou profilés reconstitués soudés solidarisés à un platelage bois. L'ouvrage est levé afin de le désolidariser de son aire de préfabrication, en vue d'obtenir une garde au sol suffisante pour son déplacement, à l'aide de vérins en quantité suffisante positionnés en dehors de l'ouvrage sous des consoles métalliques reliées aux piédroits ou culées de ce dernier. Le système de poussage proprement dit est situé à l'avant et/ou à 15 l'arrière de l'ouvrage et assuré par des vérins double effet qui se grippent hydrauliquement sur les rails. L'interface entre les vérins et le rail, assurant le glissement de l'ouvrage, est constitué soit de téflon / inox ou bois dur graissé, soit de rouleurs express.

20 ♦ Ripage, après ouverture de la fouille dans le talus, de l'ouvrage préalablement préfabriqué par poussage sur des chemins de ripage suivant le même principe décrit ci-dessus, cependant l'interface de glissement est constitué de modules de charge en nombre suffisant et correspondants au poids de l'ouvrage à déplacer. Les plateaux porteurs de module de charge sont remplis avec de l'air comprimé de façon à ce que l'ouvrage puisse être ripé sur les chemins de glissement avec un coefficient de frottement presque nul. 25 L'alimentation en air est assurée par des bouteilles d'air comprimé disposées dans des cadres verticaux positionnés sur le tablier. Un tassement éventuel des chemins de ripage peut être compensé par une manœuvre séparée des vérins hydrauliques des modules de charge et ceci dans le cadre de leur course maximale. Après avoir atteint la position finale, le mouvement de ripage est stoppé, les plateaux porteurs de modules de charge 30 sont mis à l'air et l'ouvrage est déposé sur ses appuis définitifs de façon analogue au procédé de soulèvement.

♦ Grutage, après ouverture de la fouille dans le talus, de l'ouvrage préalablement préfabriqué et ce à l'aide de grues mobiles de capacité adaptée au poids et à la portée de l'ouvrage à déplacer. Cette méthode est évidemment très peu utilisée, car elle est rapidement confrontée au poids important des ouvrages à déplacer, généralement de l'ordre de centaines voire de milliers de tonnes.

Après avoir passé en revue les différentes méthodes de l'état de la technique, il faut noter qu'elles présentent toutes et sans exception, au moins quelques-uns, voire plusieurs des inconvénients récapitulés ci-après :

- 10 ✓ Plus qu'une seule interruption temporaire de circulation sur les voies portées est souvent nécessaire pour la réalisation du passage, notamment pour les travaux préparatoires comme le déplacement des réseaux téléphoniques et électriques bordant souvent les voies ferrées ou routières, réalisation des fondations des tabliers auxiliaires, réalisations des camarteaux pour tabliers auxiliaires, pose des tabliers auxiliaires et dépose de ces derniers à la fin des travaux.
- 15 ✓ Mise en place des tabliers auxiliaires ou raidisseurs provisoires afin de maintenir la circulation sur les voies portées pendant la mise en œuvre de l'ouvrage. Il faut noter que la mise en place et dépose des tabliers auxiliaires se fait à l'aide d'un matériel ferroviaire très spécifique et peu disponible (et donc coûteux) d'une quarantaine de mètres de longueur et équipé de chariots de levage : le portique hydrocampe.
- 20 ✓ Nécessité de renforcement du sol lors du ripage de l'ouvrage, afin d'éviter un tassement même limité, ce qui peut avoir des conséquences graves (financières, techniques et en terme de délais) sur le déroulement de l'opération.
- 25 ✓ Beaucoup de terrassements, qui augmentent en fonction de la taille de l'ouvrage (généralement de l'ordre de milliers de m³) en déblais et remblais pendant la courte période de l'interruption de circulation (de quelques heures seulement) ce qui nécessite la mobilisation de très lourds moyens en matériels et en hommes pendant une courte période avec une incidence financière importante.
- 30 ✓ Réalisation et mise en place de structures provisoires ne faisant pas partie du passage définitif, y compris leurs dépose/démolition et évacuation à la

fin du chantier (avant-becs et radiers de guidage avec semelles, bèches, poutres latérales de guidages et bossages pour certaines, oreilles et dispositifs de support avec renforcement local des points de préhension et chemins de roulage pour d'autres)

- 5 ✓ Réalisation d'ouvrages hyperstatiques seulement, ce qui n'est pas le cas de tous les passages.
- ✓ Après ripage des demi cadres, nécessité de leur clavage au niveau du plan médian y compris blindage et scellement d'armatures puis injection de coulis de ciment sous le radier (et bracons s'ils existent) afin de combler
- 10 les vides et solidariser l'ouvrage avec le terrain en place.
- ✓ Les deux inconvénients majeurs communs à toutes les méthodes citées ci-dessus restent bien entendu, le coût et délais plus ou moins importants selon qu'elles regroupent plus ou moins d'inconvénients, évoqués précédemment, et tout particulièrement la quantité et la nature des travaux
- 15 à effectuer dans un laps de temps très court (quelques heures seulement) ainsi que l'importance d'ouvrage provisoires, n'entrant pas dans la réalisation du pont définitif, mais indispensables à sa mise en œuvre.

La présente invention a pour objet un procédé qui permet de remédier à ces inconvénients, en permettant en particulier de réduire les coûts et délais du passage à

20 réaliser.

A cet effet, le procédé prévoit de réaliser uniquement le tablier du passage dans un premier temps. En effet, après avoir interrompu, une partie ou la totalité du trafic des voies portées pendant un laps de temps très court (quelques heures) et déposé les voies ferrées ou routières correspondantes à ce trafic, les terrassements en déblais commencent

25 afin d'atteindre la côte correspondante à la sous face du tablier (augmentée éventuellement de quelques centimètres afin de permettre un nivellement fin de l'assise du tablier). Ensuite, le tablier sera coulé sur place après avoir mis en place un coffrage de joues adéquat de type panneaux manportables ou autres ainsi que des cages d'armatures préassemblées et leur recouvrement sur place. Le béton utilisé sera de type haute

30 performance, ultra-hautes performances ou BFUP (Béton Fibré Ultra-hautes Performances) pouvant atteindre une résistance suffisamment élevée en quelques heures seulement, permettant ainsi au tablier d'être étanchéifié éventuellement, remblayé et remis à la circulation juste à la fin de la période de coupure de circulation.

Après séchage du béton, le tablier recevra, si nécessaire, une étanchéité de type indépendante, semi-indépendante, dépendante ou tout procédé adéquat et sera remblayé avec des matériaux de bonne qualité tels que graves traitées ou autres. La circulation ferroviaire, routière ou piétonne sera ensuite rétablie après reconstitution des voies ferrées, chaussées ou pistes.

Bien évidemment, selon les cas de figure (configuration du site, emprises disponibles sur le lieu du chantier, durée de l'interruption temporaire de circulation) le tablier peut être aussi préfabriqué en un ou plusieurs éléments, qui seront ensuite ripés, grutés à l'aide de grues mobiles ou déplacés par tout autre système, puis clavetés entre eux sur place ou assemblés si nécessaire par des câbles précontraints ou autre. Le tablier peut être aussi réalisé en structure mixte acier / béton. Une variante consiste à réaliser le tablier en béton armé ou précontraint et combiner deux ou plusieurs de ces matériaux et techniques de mise en œuvre.

Dans un deuxième temps, les piédroits seront réalisés par creusement de galeries souterraines dans le remblai supportant les voies ferroviaires, routières ou piétonnes, aux extrémités de la traverse en béton déjà réalisée pendant la courte période d'interruption de circulation. Les galeries, auront une largeur équivalente à celle des piédroits. Le blindage sera constitué de profilés métalliques type HEB ou étalements analogues blindés par des tôles en acier, bois, béton ou tout autre matériau. Tous les éléments composant ce blindage sont manportables. Une partie de ce matériel sera abandonnée dans le terrain et l'autre partie récupérée plus tard lors des terrassements en sous œuvre. Le front de taille sera creusé manuellement à l'aide d'outils manportables ou autres, par petites passes en fonction des sols rencontrés (de l'ordre d'un mètre environ) afin d'assurer à tout moment une inclinaison suivant la pente naturelle du terrain en place, le but étant d'éviter un éventuel éboulement de ce dernier. De ce fait, le blindage et excavation de la galerie se font simultanément. Le piédroit sera prolongé afin d'atteindre un substratum suffisamment dure et fondé sur des fondations provisoires et/ou définitives (ceci dépend de la nature des terrains rencontrés, dont la portance varie d'un endroit à l'autre, au même titre que les dimensions et formes des fondations).

Le ferrailage des piédroits sera réalisé par la mise en place d'armatures préassemblées ou l'assemblage à l'intérieure des galeries d'armatures coupées et façonnées.

Le bétonnage des piédroits sera réalisé avec un béton autoplaçant ou vibré après fermeture des abouts à l'aide d'un outil coffrant spécifique. Il peut être aussi réalisé à l'aide de béton haute performance, béton fibré ultra-hautes performances ou la combinaison de deux ou plusieurs de ces matériaux.

- 5 Un système de drainage de type géocomposite drainant ou autre système adapté sera intercalé entre le blindage définitif "perdu" de la galerie et le terrain en place.

Il va de soi que les travaux à l'intérieur de la galerie, un espace exigü, seront réalisés dans des conditions optimales de sécurité, notamment par la mise en place d'un éclairage artificiel suffisant ainsi qu'une ventilation mécanique permettant de renouveler l'air à

- 10 l'intérieur des galeries tout en apportant de l'air frais.

Afin d'assurer la continuité des aciers au niveau des raccords piédroit/traverse, des manchons doubles phases seront mise en place. La liaison sera réalisée comme suit :

- Fourniture et mise en place des cages d'armatures du tablier munies de douilles femelles (ou mâles) au droit de la liaison avec le futur piédroit
- 15 ○ Après réalisation du tablier et creusement des galeries, fourniture de barres d'acier munies de douilles mâles (ou femelles) et liaisonnement par simple rotation dans la douille femelle (ou mâle) déjà mise en place dans le tablier.

Notons que ce système permet de répondre à tous les cas de figure :

- Liaison standard : quand la deuxième barre est libre en rotation
- 20 ▪ Liaison sans rotation : quand la deuxième barre ne peut pas tourner
- Liaison à réduction de diamètre : quand les deux barres ont des diamètres différents

Cependant, une variante consiste à remplacer les manchons par scellement d'armatures dans le tablier ou tout autre système adapté.

- 25 Après séchage du béton des piédroits, le terrassement en déblais à l'intérieur du cadre ainsi constitué (en U inversé) peut commencer entre les piédroits et sous la traverse. Au fur et à mesure des terrassements, une partie du blindage sera déposée, le tablier éventuellement étayé et les piédroits stabilisés provisoirement et/ou définitivement à
- 30 adapté. La combinaison de deux ou plusieurs de ces techniques peut être envisagée. Le fond de fouille sera compacté, ferrillé et bétonné pour réaliser le radier définitif si nécessaire (suivant le souhait du maître d'ouvrage et/ou la justification des notes de

calcul). Ces opérations visent à éviter tout déplacement préjudiciable de la structure de l'ouvrage.

Ce procédé donc apporte une solution aux différents inconvénients des procédés classiques, en supprimant tout particulièrement :

- 5
 - Toutes les coupures temporaires de circulation sur les voies portées, hormis celle nécessaire à la mise en œuvre du tablier uniquement (et non le pont en entier) qui est bien entendu largement inférieure à celle relative aux méthodes décrites auparavant.
- 10
 - La mise en place des tabliers auxiliaires ou raidisseurs provisoires afin de maintenir la circulation sur les voies portées pendant la mise en œuvre de l'ouvrage, puisqu'ils ne seront absolument pas nécessaires.
 - Le renforcement du sol de l'assise de l'ouvrage comme dans les solutions de ripage, puisque l'ouvrage est réalisé directement à sa position définitive, en évitant par la même occasion tout désagrément suite à des tassements éventuels.
- 15
 - La réalisation et mise en place de structures provisoires dont l'utilité est dictée seulement par le mode opératoire utilisé (Autoripage, ripage sur chemin de roulement,...). En effet, tous ces procédés se basent sur une préfabrication préalable de l'ouvrage en dehors de son emplacement
- 20
 - définitif puis son déplacement ultérieur. Ce qui n'est pas le cas du procédé objet de cette invention.
 - Le clavage des demi cadres ainsi que l'injection de coulis de ciment sous le radier (et bracons s'ils existent) comme dans le cas d'autoripage ou d'autofonçage.
- 25 Et en réduisant considérablement :
 - Les terrassements en déblais et remblais pendant la courte période de l'interruption de circulation sur les voies portées par le futur passage, en passant de quelques milliers de m³ à quelques centaines de m³ seulement, en réduisant par la même occasion les moyens en matériels et en hommes
- 30
 - nécessaires. En effet, seul le tablier sera mis en œuvre durant cette période critique de coupure temporaire de circulation de quelques heures seulement, à l'inverse des méthodes classiques, qui prévoient la mise en

place de l'ouvrage en entier, laissant ainsi, très peu de marge en cas d'éventuels imprévus comme des venues d'eaux par exemple, d'arrêt accidentel de fonctionnement d'engins de terrassement et de ripage ou tout autre incident (d'où le doublement de tous ces moyens ainsi que la mise à disposition d'autres moyens palliant à certains imprévus même si cette incertitude est minimale).

Un autre avantage du procédé objet de cette invention, consiste à réaliser des ouvrages aussi bien isostatiques qu'hyperstatiques ou les deux en même temps, en réalisant des appuis fixes et/ou mobiles.

Il va de soi que le procédé est valable en réalisant aussi bien, soit le tablier dans un premier temps suivi dans un deuxième temps des piédroits munis éventuellement de fondations et/ou radiers, soit l'inverse.

Les dessins annexés rappellent très schématiquement, en coupes transversales et longitudinales, le procédé de réalisation d'un passage selon l'invention.

Les figures 1-a et 1-b représentent : La dépose des voies, décaissement au droit de l'ouvrage jusqu'au niveau de la sous face de la traverse du passage puis réalisation de cette dernière.

Les figures 2-a et 2-b représentent : Le remblaiement au-dessus du tablier, repose des voies avec restitution de la circulation et creusement des galeries en sous œuvre par passes successives.

Les figures 3-a et 3-b représentent : La poursuite des travaux de creusement des galeries jusqu'à la dernière passe ainsi que les semelles.

Les figures 4-a et 4-b représentent : Le ferrailage des piédroits et semelles.

Les figures 5-a et 5-b représentent : Le bétonnage des piédroits et semelles.

Les figures 6-a et 6-b représentent : Le terrassement à l'intérieur du passage jusqu'au niveau du radier.

Les figures 7-a et 7-b représentent : La réalisation du radier et fin de construction du passage.

La figure 8 représente : Une coupe transversale du passage souterrain achevé.

En référence aux dessins annexés, le procédé prévoit, après coupure de la circulation des trains pendant quelques heures (le temps d'un week-end par exemple) et dépose des voies ferrées (3) au droit du futur passage (matérialisé en trait discontinu par l'emplacement (5)

des futurs piédroits et l'emplacement (6) du futur radier) à réaliser dans le talus (1) supportant ces voies, d'exécuter un petit décaissement (2) dans le talus, ayant comme fond de fouille la sous face du futur tablier (4) à réaliser conformément à la figure 1.

Après séchage rapide du béton du tablier, celui-ci recevra un complexe d'étanchéité (7) adapté et sera remblayé avec des matériaux adéquats (8). Ainsi les voies (9) pourront être
5 reposées au-dessus du tablier et ballastées avant la remise à la circulation du trafic ferroviaire à la fin de la période d'interruption.

Une fois le tablier enterré et le trafic restitué, les travaux de réalisation des piédroits (10) peuvent commencer. En effet, ils seront réalisés en creusant des galeries ayant une largeur
10 équivalente à celle des piédroits définitifs, par passes successives, blindées manuellement au fur et à mesure de l'avancement des terrassements exécutés à l'aide d'outils manportables. Le creusement des galeries se poursuivra jusqu'au niveau des semelles (11) superficielles des piédroits. Celles-ci pourront être provisoires ou définitives (leurs dimensions et géométries dépendent des terrains rencontrés sur place et seront
15 suffisamment larges afin de permettre le travail des compagnons dans des conditions de sécurité meilleures). A la fin des terrassements, les armatures (12) seront mises en œuvre et des outils coffrants fermeront complètement les abouts des galeries sur toute leur hauteur.

Le bétonnage des piédroits peut alors commencer en remplissant les galeries à l'aide d'un
20 béton autoplaçant (13).

Après durcissement des piédroits, le terrassement en sous œuvre (14) sera exécuté à l'intérieur du passage à l'aide d'engins adaptés tout en mettant en place des butons et liernes (15) à la mi-hauteur des piédroits.

Une fois le fond de fouille atteint, ce dernier sera compacté, coffré sur les bords
25 extérieurs, ferrailé puis bétonné afin de réaliser le radier (16) du passage.

Les murs en aile et/ou en retour (17) peuvent être alors construits, les équipements mis en place d'une manière classique et les piédroits habillés (ces opérations ne faisant pas partie du procédé puisqu'elles sont indépendants de la coupure temporaire du trafic : Le procédé concerne la réalisation de la structure du passage : Appuis, tablier, fondations et radier
30 éventuel).

Selon une variante non illustrée, le procédé est susceptible d'être appliqué d'une autre manière en réalisant tout d'abord les piédroits et fondations éventuelles, avant de mettre en œuvre le tablier et exécuter les terrassements à l'intérieur du passage (avec mise en place du radier si nécessaire en dernier lieu)

Il va de soi que l'invention, bien entendu, ne se limite pas à l'exemple de réalisation plus spécialement décrit ci-dessus en référence aux dessins annexés, mais d'autres variantes, entrant dans le cadre des revendications ci-après, sont susceptibles d'application selon le même principe global.

- 5 Le procédé selon l'invention permet la construction d'ouvrages tels que des passages ferroviaires, autoroutiers, routiers, piétonniers ou autres, au travers de talus ou terrassements quelconques supportant une ou plusieurs voies ferrées, autoroutières ou routières sans nécessiter l'arrêt prolongé du trafic s'écoulant sur ces voies.

REVENDICATIONS

1) Procédé permettant la construction d'ouvrages tels que des passages ferroviaires, autoroutiers, routiers, piétonniers ou autres, au travers de talus (1) ou terrassements quelconques supportant une ou plusieurs voies ferrées (3), autoroutières, 5 routières ou piétonne, après avoir interrompu provisoirement la circulation du trafic sur ces voies, caractérisé en ce qu'il consiste dans un premier temps, à déposer les voies ou une partie de celles-ci, au droit de l'emplacement prévu dans le talus support de ces voies pour le futur passage à réaliser, à décaisser (2) suffisamment le talus afin de permettre la réalisation du tablier (4) ainsi que son étanchéité (7), puis son remblaiement (8) et repose 10 des voies afin de restituer le trafic à la fin de la période d'interruption temporaire de circulation. Dans un deuxième temps les piédroits (10) du passage seront réalisés en creusant et blindant simultanément par passes, des galeries ayant une largeur équivalente à celle des piédroits, descendues jusqu'au niveau des fondations (11) provisoires ou définitives, leurs ferrailage (12) et bétonnage (13), puis terrassement (14) à l'intérieur du 15 passage, avec mise en place éventuellement de soutènements et étaitements provisoires et/ou définitifs afin d'éviter tout déplacement préjudiciable de la structure avant la réalisation du radier (16) définitif si besoin.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser le tablier (4) en un ou plusieurs éléments, soit coulés sur place d'une manière 20 traditionnelle avec mise en œuvre d'un béton armé autoplaçant ou vibré, béton armé haute performance ou béton fibré ultra-hautes performances ou la combinaison de deux ou plusieurs de ces matériaux, soit préfabriqué en un ou plusieurs éléments puis mis en œuvre par grutage ou tout autre moyen en les assemblant éventuellement, une fois à leur place définitive, par clavetage, câbles précontraints ou un autre système adapté, soit la 25 combinaison de deux ou plusieurs de ces matériaux et techniques de mise en œuvre.

3) Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser le tablier (4) soit en béton armé et/ou précontraint soit en structure mixte Acier/béton ou la combinaison de deux ou plusieurs de ces matériaux.

4) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce 30 qu'il consiste à réaliser des galeries au droit des futures piédroits (10). Elles seront creusées et blindées simultanément par passes et auront une largeur équivalente à celle des piédroits. le blindage étant constitué de profilés métalliques ou autres étaitements blindés par des plaques en acier, bois, béton ou tout autre matériau. Le front de taille sera creusé à l'aide d'outils manportables ou autres par petites passes, pour assurer à tout

moment une inclinaison suivant la pente naturelle du terrain en place afin d'éviter tout éboulement éventuel de ce dernier.

5) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste à étanchéifier le tablier (4) par la mise en œuvre d'une étanchéité (7) de type dépendante, semi-indépendante, indépendante ou tout autre moyen adéquat selon la nature du tablier.

6) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à assurer le drainage des piédroits (10) du passage à l'aide de complexe drainant de type géocomposite ou tout autre procédé adéquat.

10) 7) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser des fondations (11) provisoires et/ou définitives de dimensions et géométries adaptées à la nature du sol au droit du passage à réaliser.

8) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser, si nécessaire, un radier (16) ou tout autre système permettant d'éviter le déplacement préjudiciable des piédroits, si le maître d'ouvrage le souhaite ou s'il est justifié par la nature du sol au droit du passage à réaliser.

9) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les piédroits (11) avec un béton autoplaçant ou vibré, béton haute performance, béton fibré ultra-hautes performances ou la combinaison de deux ou plusieurs de ces matériaux.

10) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il consiste à assurer la continuité des aciers au niveau des raccords piédroit (10)/tablier (4), soit à l'aide des manchons doubles phases dont la partie mâle (ou femelle) sera logée dans la traverse et la partie femelle (ou mâle) sera logée dans le piédroit, soit par scellement d'armatures ou équivalent, soit par tout autre dispositif adapté.

11) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il consiste à étayer éventuellement le tablier lors des terrassements à l'intérieur du passage et/ou soutenir provisoirement ou définitivement les piédroits par mise en œuvre de tirants d'ancrage, clous passifs ou actifs, butons et liernes (15) ou tout autre système adapté, ou la combinaison de deux ou plusieurs de ces techniques.

12) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser un passage avec une ou plusieurs travées isostatiques et/ou hyperstatiques, avec des appuis fixes et/ou mobiles.

13) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser soit le tablier dans un premier temps suivi dans un deuxième temps des piédroits munis éventuellement de fondations et/ou radiers, soit l'inverse.

14) Passage construit sous une ou plusieurs voies supportant un trafic
5 ferroviaire ou autre, par mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

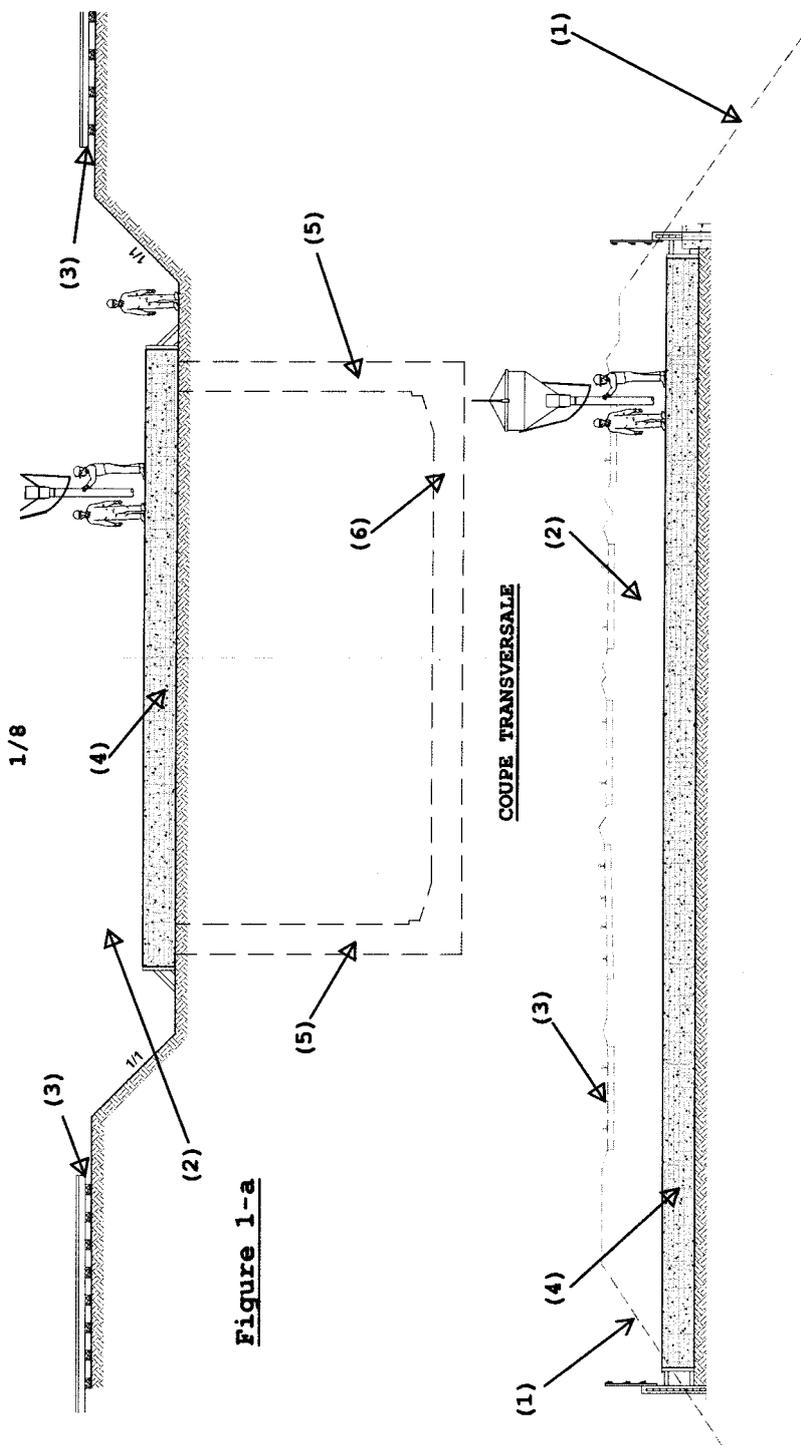


Figure 1-a

Figure 1-b

COUPE TRANSVERSALE

COUPE LONGITUDINALE

2/8

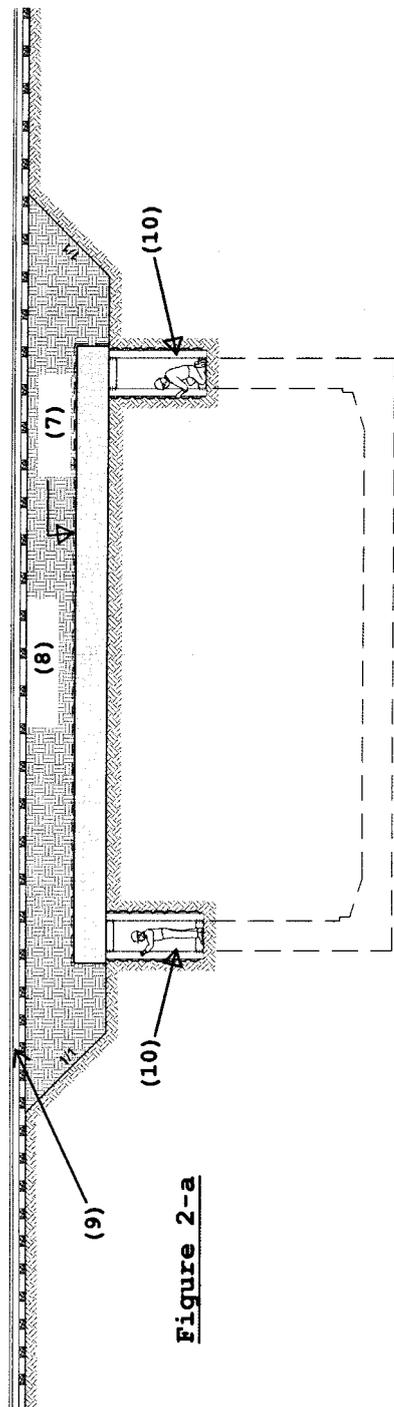


Figure 2-a

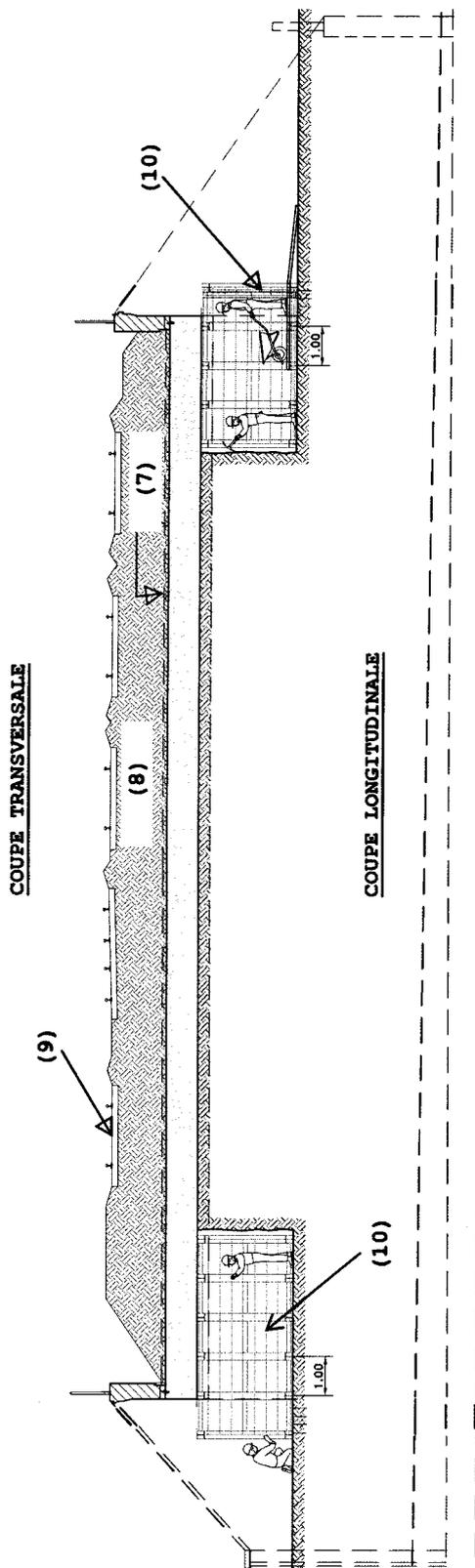


Figure 2-b

3/8

Figure 3-a

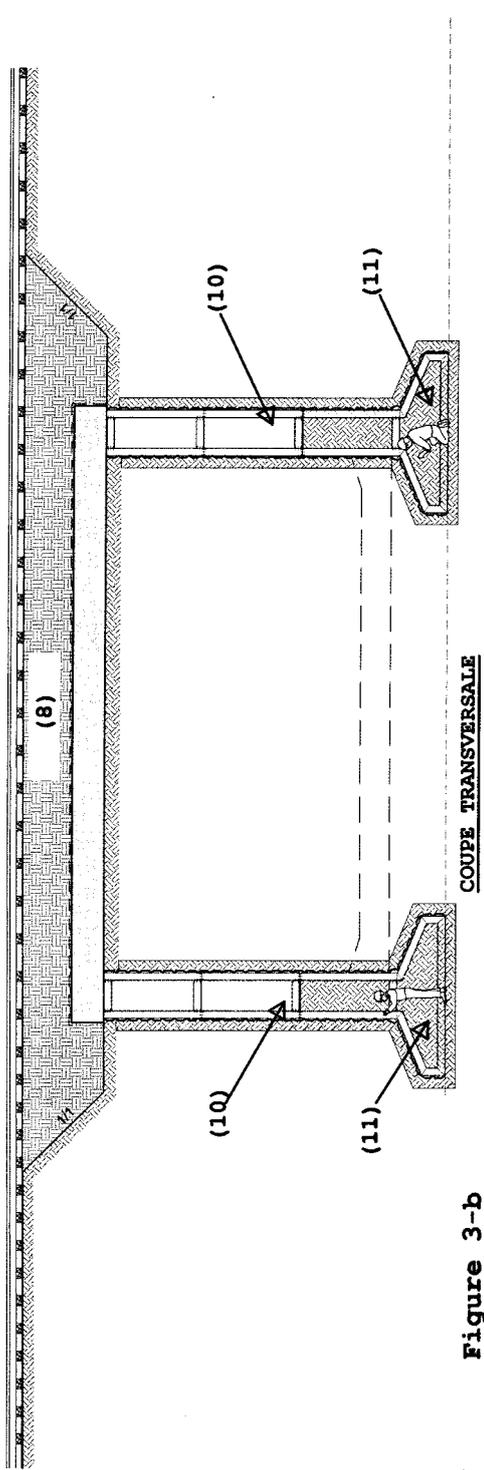
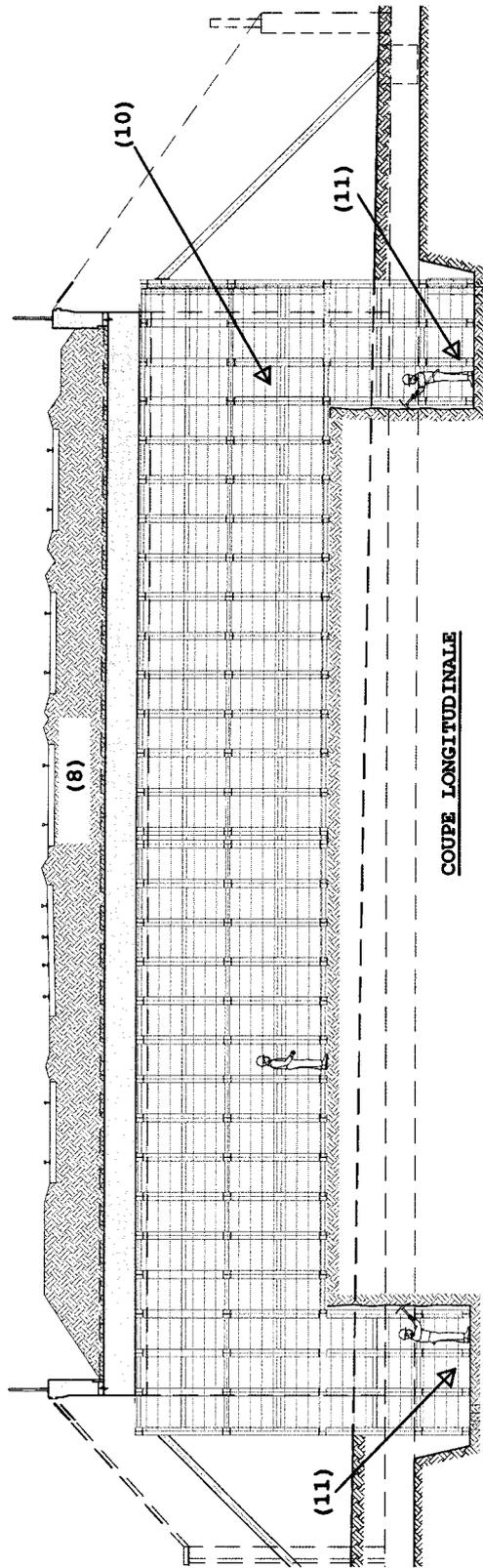


Figure 3-b



4/8

Figure 4-a

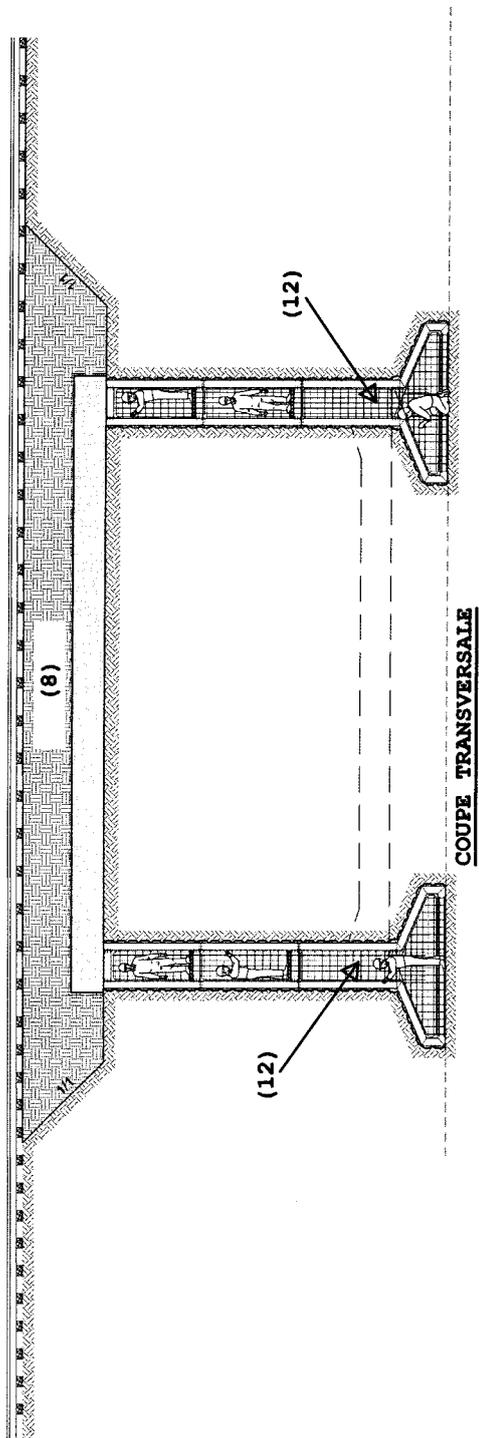
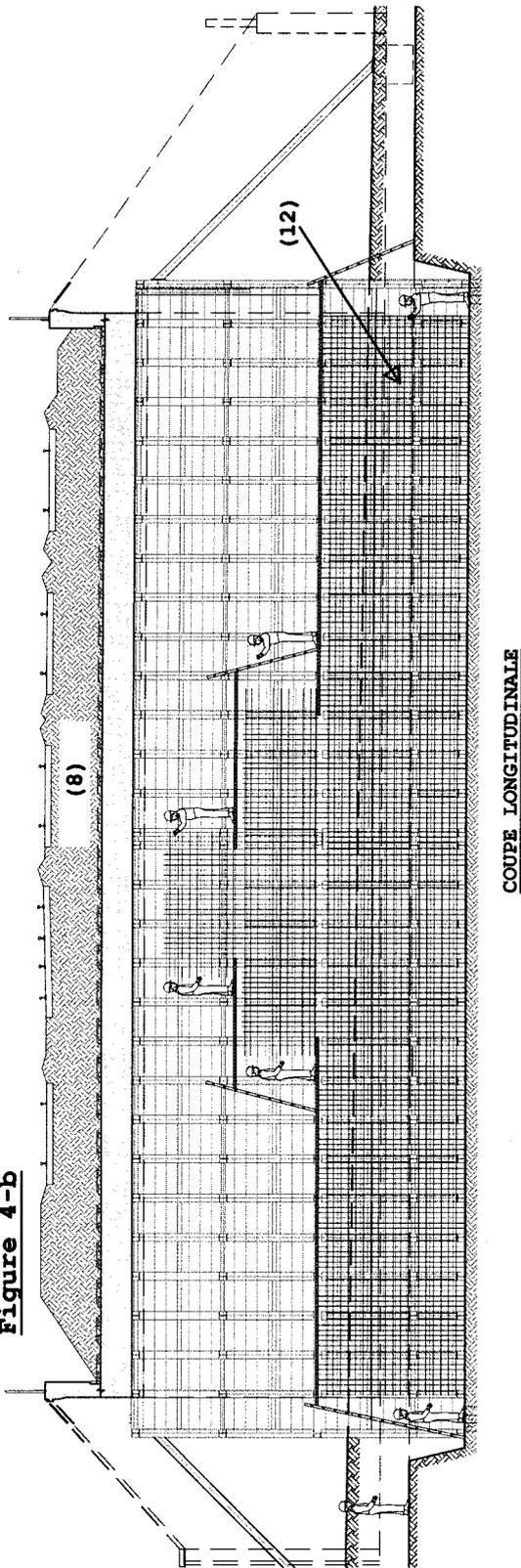


Figure 4-b



5/8

Figure 5-a

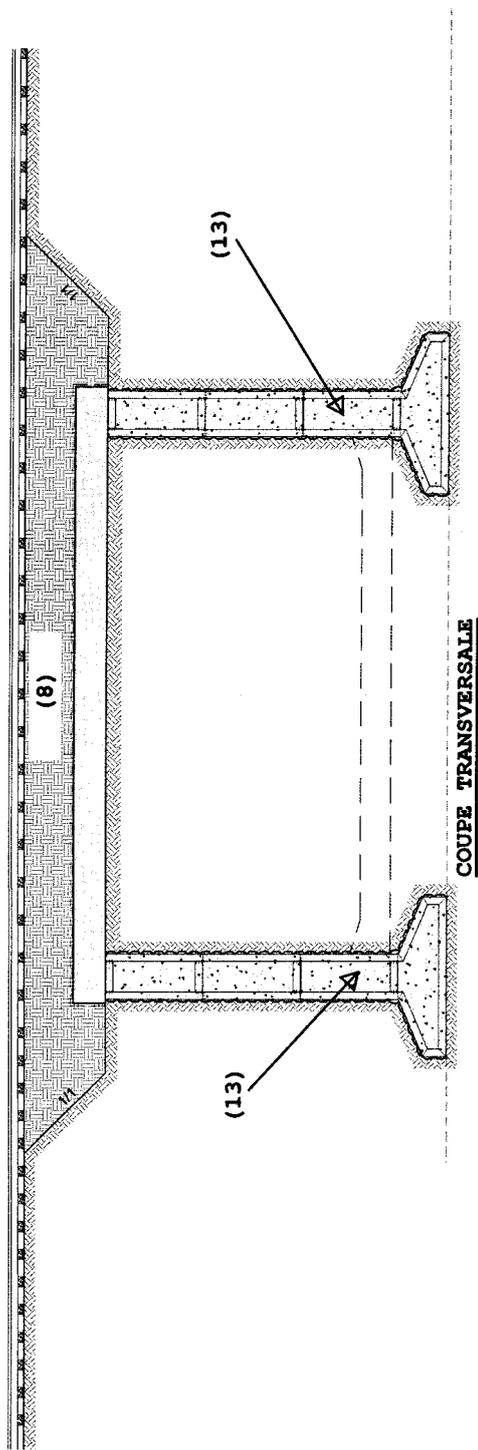
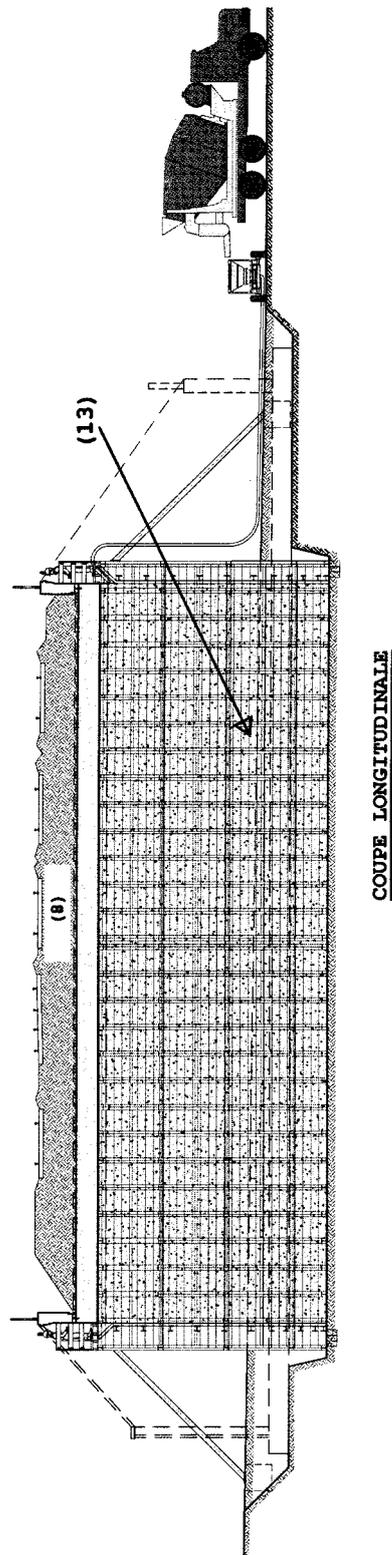


Figure 5-b



6/8

Figure 6-a

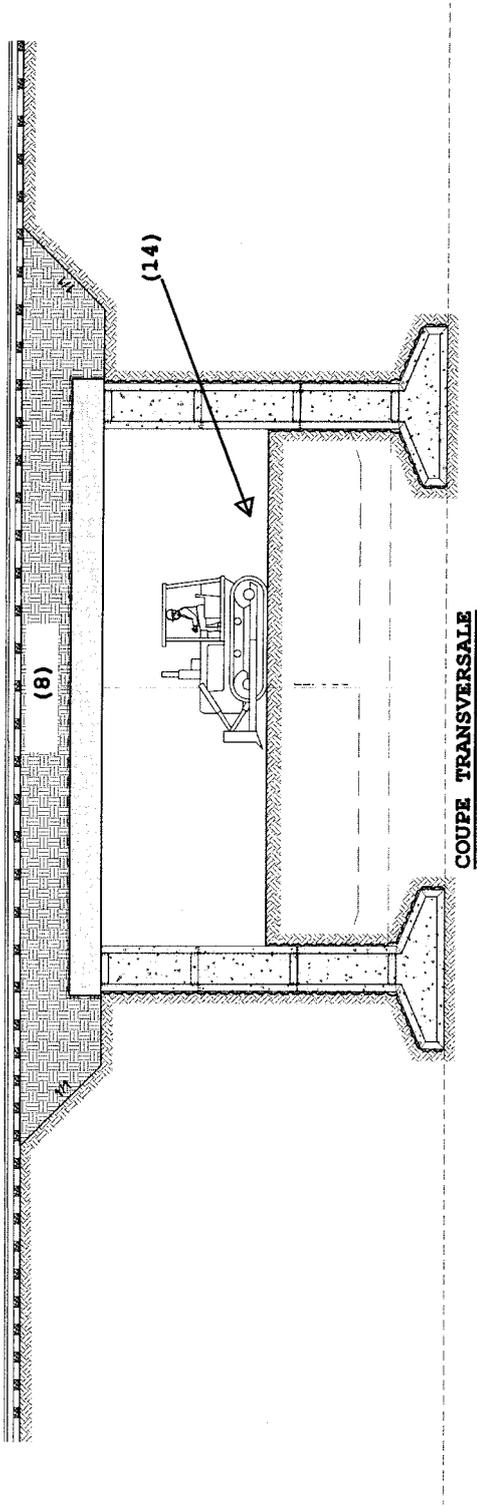
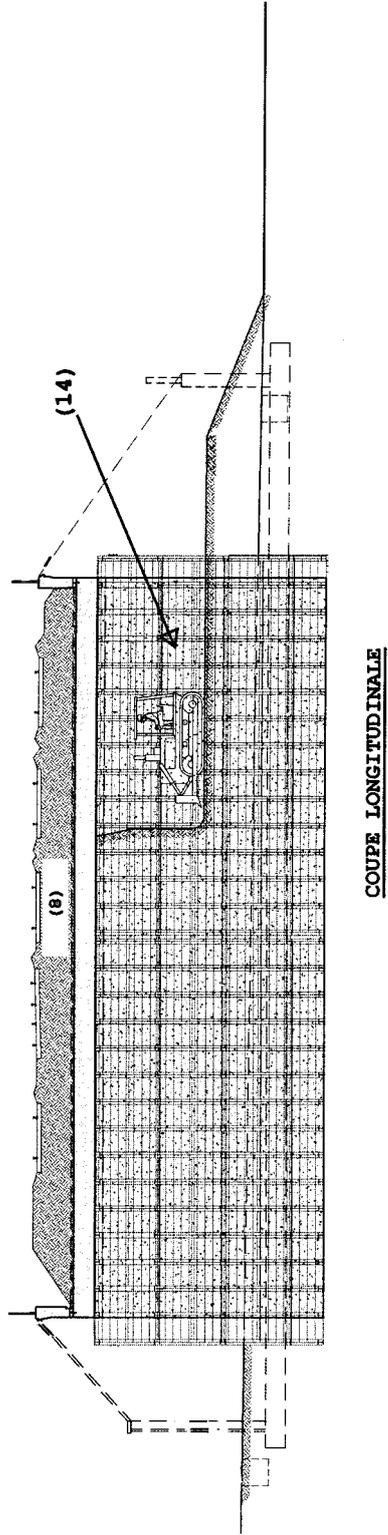


Figure 6-b



7/8

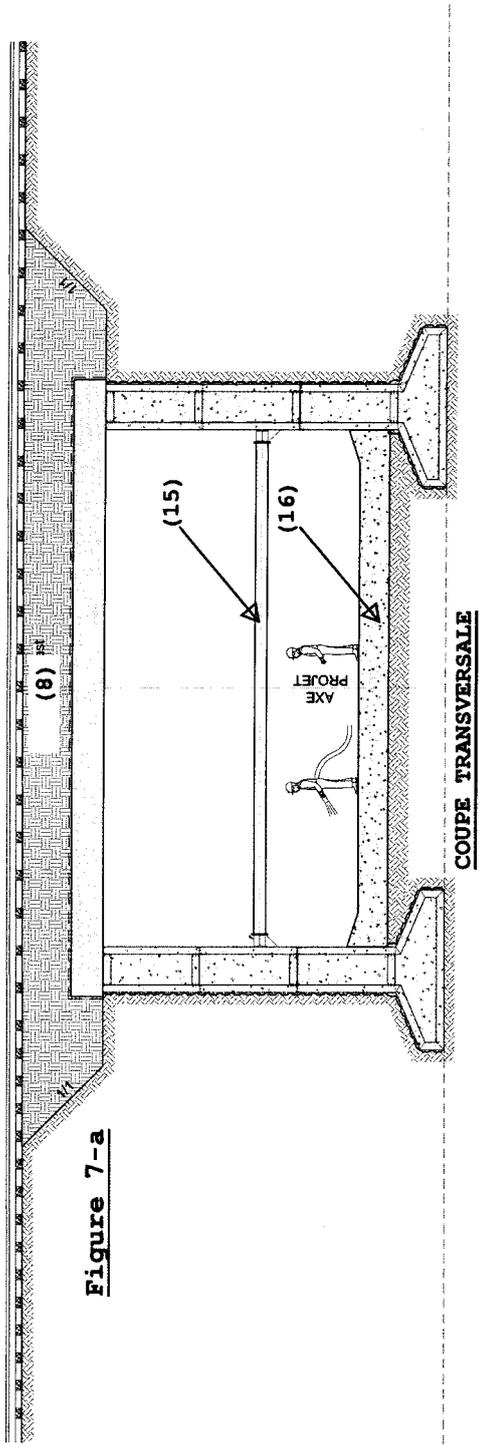
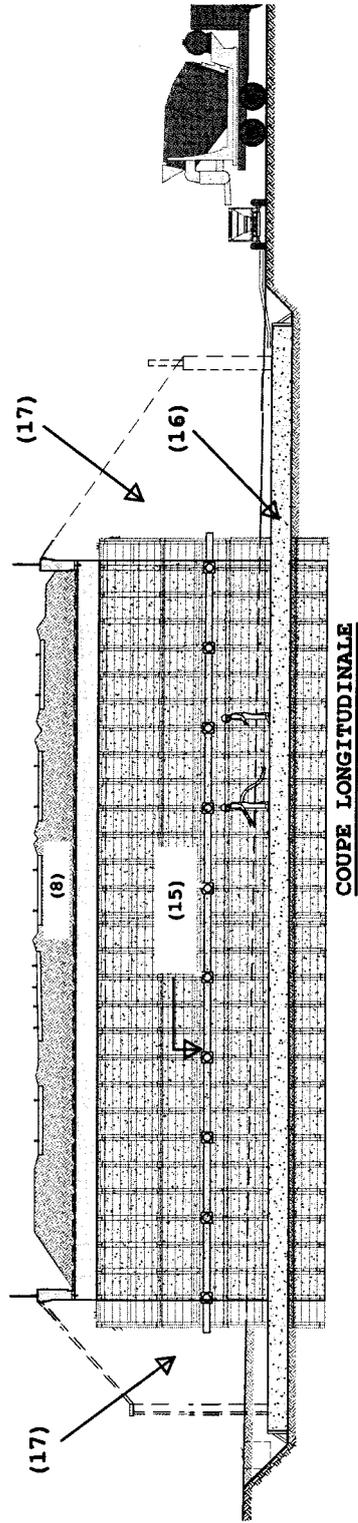


Figure 7-a

Figure 7-b



COUPE LONGITUDINALE

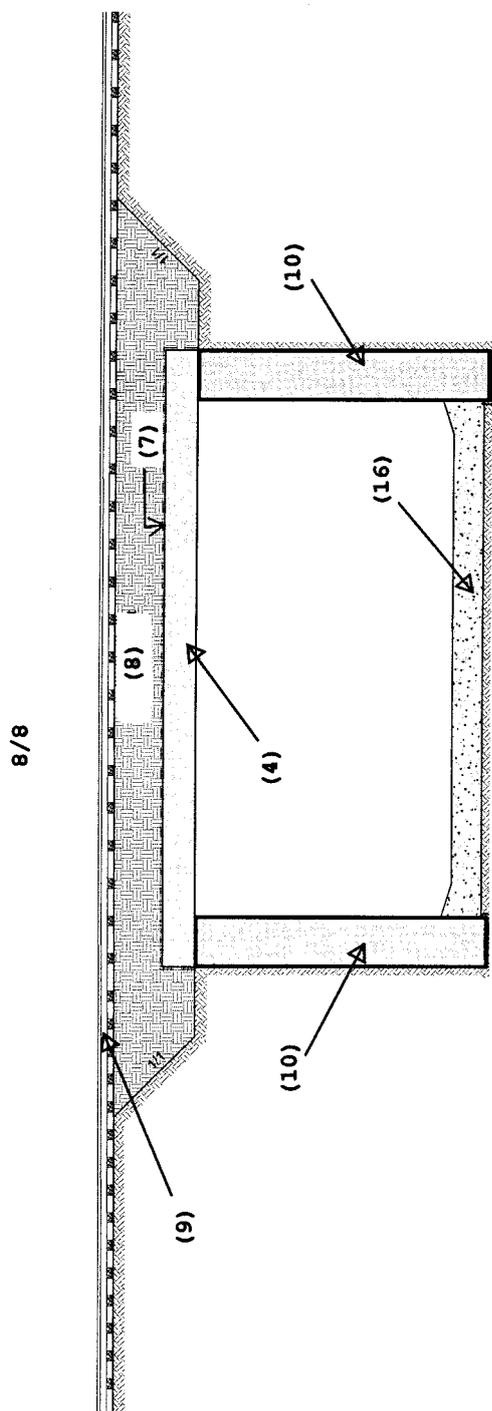


Figure 8



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 757658
FR 1102766

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 650 848 A1 (TRAVAUX PUBLICS ENTR INDLE [FR]) 15 février 1991 (1991-02-15) * pages 1-4; figure 4 *	1-14	E02D29/045
X	DE 392 341 C (GERHARD SEIDEL) 20 mars 1924 (1924-03-20) * page 2, ligne 36-80; figures 1,2,4,5 *	1-14	
A	BE 785 886 A1 (CONST & ENTREPR IND; C E I S A) 3 novembre 1972 (1972-11-03) * le document en entier *	1-14	
A	US 4 735 234 A (MATIERE MARCEL [FR]) 5 avril 1988 (1988-04-05) * figures 1,2,4 *	5,10	
A	WO 97/19230 A1 (CHIAVES CARLO [IT]) 29 mai 1997 (1997-05-29) * abrégé; figures 1-4 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			E02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 mai 2012		Leroux, Corentine	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1102766 FA 757658**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 03-05-2012

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2650848	A1	15-02-1991	AUCUN	

DE 392341	C	20-03-1924	AUCUN	

BE 785886	A1	03-11-1972	AUCUN	

US 4735234	A	05-04-1988	AU 578302 B2	20-10-1988
			AU 4636585 A	10-02-1986
			BR 8506825 A	25-11-1986
			CA 1275813 C	06-11-1990
			DE 3567521 D1	16-02-1989
			EP 0188487 A1	30-07-1986
			ES 8702972 A1	01-04-1987
			GR 851749 A1	26-11-1985
			JP 7006588 B	30-01-1995
			MA 20486 A1	01-04-1986
			OA 8282 A	30-10-1987
			US 4735234 A	05-04-1988
			US 4869294 A	26-09-1989
WO 8600683 A1	30-01-1986			

WO 9719230	A1	29-05-1997	AT 199420 T	15-03-2001
			AU 7571296 A	11-06-1997
			CN 1207788 A	10-02-1999
			DE 69611931 D1	05-04-2001
			DE 69611931 T2	13-06-2001
			EP 0861355 A1	02-09-1998
			ES 2157015 T3	01-08-2001
			IT T0950923 A1	19-05-1997
			JP 3828153 B2	04-10-2006
			JP 2000513773 A	17-10-2000
			PT 861355 E	29-06-2001
			US 6234716 B1	22-05-2001
			WO 9719230 A1	29-05-1997
