

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 050 349**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **16 53443**

51 Int Cl<sup>8</sup> : **H 04 L 12/721 (2017.01), H 04 L 12/28, 29/06**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

22 Date de dépôt : 19.04.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.10.17 Bulletin 17/42.

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 :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : **METROLAB Société par actions simplifiée — FR.**

72 Inventeur(s) : **CHAGNY CHRISTIAN, PHAM VY-XUYEN, SABOURIN FABRICE et LELONG SEBASTIEN.**

73 Titulaire(s) : **METROLAB Société par actions simplifiée.**

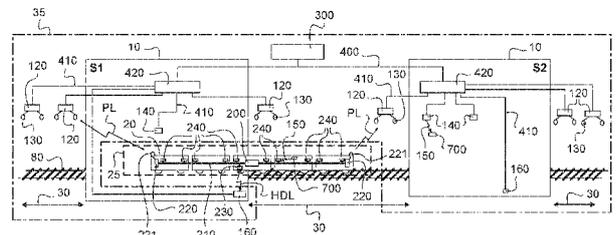
74 Mandataire(s) : **IPON GLOBAL.**

54 **PROCEDE ET SYSTEME D'ACCES INTERNET PERMANENT DANS L'ENSEMBLE DES ESPACES D'UN RESEAU DE TRANSPORT URBAIN DE TYPE OMNIBUS.**

57 Le routeur de communication sans fil embarqué (260) transmet la requête selon les règles de routage suivantes :

- en cas de disponibilité de la seule liaison sans fil permanente à faible débit (PL) le routeur de communication embarqué (260) transmet la requête au serveur de cache embarqué (280) dans le véhicule (20) pour servir la réponse à la requête si elle est disponible, et en cas de non disponibilité de la réponse, le routeur embarqué (260) est apte à aller chercher la réponse à la requête directement sur Internet (800) via la liaison sans fil permanente à faible débit (PL) et le routeur de communication central (360) au sol,

- en cas de disponibilité de la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit (HDL) le routeur de communication embarqué (260) transmet la requête au serveur de cache central (380) implanté au sol via la liaison sans fil ponctuelle additionnelle et à haut débit (HDL) pour servir la réponse à la requête si elle est disponible dans le serveur de cache central (380) au sol, et en cas de non disponibilité de la réponse, le routeur de communication embarqué (260) est apte à aller chercher la réponse à la requête directement sur Internet (800) via la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit (HDL) et le routeur de communication central (360) au sol.



FR 3 050 349 - A1



[0001] La présente invention concerne l'accès Internet permanent dans l'ensemble des espaces d'un réseau de transport urbain de type omnibus.

[0002] Elle trouve une application générale dans l'accès Internet permanent offert à un utilisateur en mobilité dans l'ensemble des espaces d'un réseau de transport, et plus particulièrement dans le routage d'une requête Internet émanant  
5 d'un terminal de communication d'un utilisateur voyageant dans un véhicule circulant entre plusieurs stations d'arrêt.

[0003] On entend ici par « espace de transport » l'ensemble des espaces d'un réseau de transport dans lesquels les utilisateurs peuvent se trouver, à savoir aussi  
10 bien les véhicules que les accès, stations, salles d'échange, couloirs, quais, zones commerciales, zones techniques des stations.

[0004] On entend ici par « utilisateurs » l'ensemble des personnes susceptibles de souhaiter se connecter au réseau Internet, à savoir aussi bien les voyageurs que le personnel de l'exploitant du réseau de transport.

15 [0005] On entend ici par « transport urbain de type omnibus » tout mode de transport urbain et péri-urbain dont les véhicules effectuent des arrêts réguliers à des stations fixes prédéterminées, dont les distances inter-station permettent des arrêts relativement fréquents avec des temps de stationnement pour l'échange de voyageurs relativement courts. A titre d'exemple, les modes de transport de type  
20 métro, bus, tramway et RER (acronyme pour Réseau Express Régional) sont des transports urbains de type omnibus.

[0006] On entend ici par « liaison sol-bord » tous types de liaison permettant l'échange de données entre les véhicules (« à bord ») et le système de communication du réseau de transport (appelé « le sol »).

25 [0007] Aujourd'hui l'accès Internet offert à un voyageur en mobilité dans un réseau de transport urbain tel que le métro ou analogue est généralement réalisé par des opérateurs télécoms au travers des réseaux de communication sans fil de type cellulaire 3G/4G. En pratique, l'accès Internet est fondé sur la disponibilité de l'accès  
30 au réseau de communication 3G/4G via une couverture cellulaire spécifique, notamment souterraine. Des liaisons télécoms capables de supporter de gros trafics de données permettent de raccorder les cellules au cœur de réseau de

communication pour donner l'accès Internet et de servir l'ensemble des utilisateurs. L'utilisateur profite ici de la continuité de l'accès Internet mobile au travers de son abonnement cellulaire accessible également dans le réseau de transport. Toutefois, le niveau de service n'est pas suffisant en terme de débit par utilisateur car limité à la capacité du réseau cellulaire déployé dans l'infrastructure de transport. De plus le déploiement de la couverture cellulaire souterraine est de mise en œuvre coûteuse car elle nécessite l'utilisation de répéteurs radiofréquences (appelé communément « base station » en anglais) dans chaque station ou groupe de quelques stations, ce qui limite son déploiement.

10[0008] En dehors des opérateurs télécoms, certains opérateurs de transport fournissent également un accès Internet via une connectivité sans fil de type Wi-Fi aux voyageurs qui se trouvent dans les stations et en mobilité dans les véhicules. En pratique, Internet est accessible aux utilisateurs au sol et dans le véhicule à l'arrêt en station via une liaison sol-bord de type Wi-Fi ou via une liaison sol-bord de type 15 4G/LTE. L'inconvénient d'une telle solution réside dans le fait que le débit de la liaison sol-bord reste insuffisant pour répondre aux besoins Internet d'un nombre important d'utilisateurs et que le maintien de la connexion lorsque le voyageur descend/monte du véhicule n'est pas nécessairement assuré car il s'agit le plus souvent de deux réseaux de communication disjoints. Il en résulte que le niveau de 20 service est faible et que l'activité Internet de l'utilisateur peut être interrompue lors de la montée/descente du voyageur dans le véhicule.

[0009] Afin de remédier aux inconvénients des solutions existantes, l'invention a pour objet, selon un premier aspect, de proposer un système de routage d'une requête Internet émanant d'un terminal de communication d'un utilisateur voyageant 25 dans un véhicule de type omnibus circulant entre plusieurs stations d'arrêt.

[0010] Selon une définition générale de l'invention, le système de routage est caractérisé en ce qu'il comprend :

- un réseau de communication sans fil implanté au sol, destiné aux utilisateurs et équipé d'un routeur de communication central implanté au sol;

- un réseau de communication sans fil embarqué dans le véhicule, destiné aux utilisateurs et équipé d'un routeur de communication embarqué dans le véhicule;
  - une pluralité de points de connexion répartis au sol et une pluralité de points de connexion répartis dans le véhicule et aptes chacun à établir une liaison permanente à faible débit entre le réseau de communication sans fil bord et le réseau de communication sans fil sol;
  - au moins une unité de communication embarquée dans le véhicule et au moins une unité de communication répartie par quai de station et aptes à établir l'une avec l'autre une liaison ponctuelle additionnelle à haut débit entre le réseau de communication sans fil bord et le réseau de communication sans fil sol;
  - au moins un serveur de cache central au sol et au moins un serveur de cache embarqué dans le véhicule ; et
- en ce qu'en fonction du moment de l'envoi de la requête, le routeur de communication sans fil embarqué transmet la requête selon les règles de routage suivantes :
- en cas de disponibilité de la seule liaison sans fil permanente à faible débit établie entre le réseau de communication sans fil bord et le réseau de communication sans fil sol, le routeur de communication sans fil embarqué transmet la requête au serveur de cache embarqué dans le véhicule pour servir la réponse à la requête si elle est disponible, et en cas de non disponibilité de la réponse, le routeur embarqué est apte à aller chercher la réponse à la requête directement sur Internet via la liaison sans fil permanente à faible débit et le routeur de communication central au sol,
  - en cas de disponibilité de la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit entre le réseau de communication sans fil bord et le réseau de communication sans fil sol, le routeur de communication embarqué transmet la requête au serveur de cache central implanté au sol via la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit établie entre le réseau de communication sans fil bord et le réseau de communication sans fil sol pour servir la réponse

à la requête si elle est disponible dans le serveur de cache central au sol, et en cas de non disponibilité de la réponse, le routeur de communication embarqué est apte à aller chercher la réponse à la requête directement sur Internet via la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit et le routeur de communication central au sol.

5  
[0011] Très avantageusement, le système de routage conforme à l'invention permet à un utilisateur d'un réseau de transport urbain de type omnibus de disposer d'un accès Internet non seulement de manière permanente (continuité de service d'accès Internet au sol et dans le véhicule et en tous lieux de l'espace du réseau de transport grâce à la liaison sol-bord permanente à faible débit) mais aussi avec un meilleur niveau de service d'accès Internet par rapport aux solutions cellulaires et/ou Wi-Fi déployées actuellement grâce à la liaison additionnelle sol-bord à haut débit établie en synergie avec les serveurs de cache répartis au sol et dans les véhicules et dont la mise à jour s'effectue à la fréquence des arrêts des véhicules en station via  
10  
15 la liaison sol-bord additionnelle à haut débit.

[0012] De plus, l'utilisation de la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit assure le rafraichissement des serveurs de cache embarqués, ce qui permet de soulager l'usage de la liaison sol-bord permanente à faible débit et par voie de conséquence d'optimiser la quantité de données à transmettre par cette liaison permanente et d'augmenter la qualité de service ressentie par l'utilisateur.  
20

[0013] Il en résulte que l'utilisateur peut obtenir des réponses à ses requêtes Internet avec un excellent niveau de service lors de son voyage avec son terminal mobile (par exemple un smartphone ou une tablette) sur le réseau de communication sans fil (Wi-Fi) déployé dans l'ensemble de l'espace de transport (véhicules et espaces en stations) par l'opérateur de transport.  
25

[0014] Suivant certains modes de mise en œuvre, le système de routage comprend en outre une ou plusieurs caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

30 - la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit est établie automatiquement entre le réseau de communication sans fil bord et le réseau

de communication sans fil sol lorsque ledit véhicule est à l'arrêt en station ou sensiblement à l'arrêt ;

5 - le système de routage comprend en outre un contrôleur central implanté au sol et chargé d'analyser la mobilité de l'utilisateur dans l'espace de transport et ledit contrôleur central est propre en cas de montée ou de descente de l'utilisateur dans le véhicule à connecter le terminal de l'utilisateur au réseau de communication sans fil approprié pour maintenir une connexion sans fil permanente et sans altérer l'expérience de l'utilisateur ;

10 - le système de routage comprend en outre un système d'authentification auprès duquel le terminal utilisateur se connecte et s'authentifie une ou plusieurs fois selon sa présence, fréquentation ou usage de l'espace de transport ;

15 - le système de routage comprend en outre un mécanisme de distribution d'adresses distinctes du terminal utilisateur en fonction des points de connexion sur lequel il est accroché ;

- le système de routage comprend en outre un module de traitement du contenu du serveur cache central comprenant :

20 ○ un algorithme d'analyse des données Internet propre en permanence à analyser et étiqueter les données Internet appartenant au groupe formé par des éléments/informations extérieurs au système de transport, les réseaux sociaux, les sites web prédéfinis, contenus VOD, en fonction de leur popularité ; et

○ un moteur de mise à jour du contenu du serveur cache central en fonction du résultat de l'algorithme d'analyse ;

25 (le système conforme à l'invention permet ainsi d'optimiser la quantité de données à transmettre en stockant en mémoire tampon (cache) les contenus les plus sollicités)

- le serveur de cache embarqué est mis à jour lorsque le véhicule est à l'arrêt en station ou sensiblement à l'arrêt ;

- le serveur de cache embarqué de chaque véhicule en circulation est mis à jour indépendamment des autres véhicules en circulation dans l'espace de transport ;
- le système de routage comprend en outre un mécanisme de rafraîchissement  
5 d'une partie du contenu du serveur cache embarqué comprenant :
  - o un module de paquetage des données pour produire une succession de paquets de données au rythme de la circulation du véhicule, lesdits paquets de données contenant des données pour le rafraîchissement d'une partie du contenu du serveur de cache embarqué lors du  
10 prochain arrêt du véhicule en station, les paquets de données étant produits selon au moins un critère appartenant au groupe formé par des éléments/informations relatifs au système de transport, et l'état courant du cache embarqué, et
  - o un module de dépôt pour recevoir les paquets de données ainsi  
15 produits et les mettre à la disposition du serveur de cache embarqué lorsque le véhicule est à l'arrêt ou sensiblement à l'arrêt en station via la liaison ponctuelle additionnelle et à haut débit.
- le module de paquetage des données du mécanisme de rafraîchissement d'une partie du contenu du cache embarqué est apte à enrichir le contenu des  
20 paquets de données à partir de données relatives à l'utilisateur.

**[0015]** L'invention concerne également selon un second aspect un procédé de routage mis en œuvre par le système de routage conforme à l'invention.

**[0016]** Enfin l'invention concerne, selon un troisième aspect, un produit programme d'ordinateur stocké sur des moyens de stockage et comprenant un jeu  
25 d'instructions chargeable dans la mémoire d'un ordinateur, caractérisé en ce que, lorsque ledit jeu d'instructions est exécuté sur ledit ordinateur, le produit programme d'ordinateur met en œuvre le procédé conforme à l'invention.

**[0017]** D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description et des dessins dans lesquels :

- la **figure 1** représente schématiquement l'architecture globale des équipements permettant l'accès au réseau Internet par les utilisateurs en tous points de l'espace de transport conformément à l'invention ;
- la **figure 2** représente le principe du cumul des deux types de liaisons sol-bord  
5 conformément à l'invention ;
- la **figure 3** représente schématiquement l'architecture interne du système embarqué à bord des véhicules conformément à l'invention ;
- la **figure 4** représente schématiquement l'architecture interne du système central selon l'invention ;
- 10 - la **figure 5** représente schématiquement les différents moyens d'optimisation de la quantité de données à transmettre conformément à l'invention ;
- la **figure 6** représente schématiquement le processus de mise à jour du cache central conformément à l'invention ;
- la **figure 7** représente schématiquement le processus de mise à jour de  
15 chaque cache embarqué tel que déterminé par le module de gestion des contenus des caches embarqués conformément à l'invention ;
- la **figure 8** représente schématiquement le système de routage d'une requête Internet formulée par un utilisateur situé dans un véhicule conformément à l'invention ;
- 20 - la **figure 9** représente schématiquement le système de routage d'une requête Internet formulée par un utilisateur situé en station conformément à l'invention ;
- la **figure 10** représente schématiquement l'étape d'authentification de l'utilisateur sur le réseau Wi-Fi selon l'invention ; et.
- 25 - la **figure 11** représente schématiquement le fonctionnement en itinérance (roaming) et la gestion des bornes Wi-Fi pour les utilisateurs conformément à l'invention.

[0018] Les dessins comprennent, pour l'essentiel, des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à mieux comprendre la description,  
30 mais aussi contribuer à la définition de l'invention, le cas échéant.

[0019] La description qui va suivre est donnée uniquement à titre d'exemple dans un cas d'application non limitatif à un réseau de transport de type métro.

[0020] La **figure 1** représente l'architecture générale du réseau de communication permettant l'accès à Internet des utilisateurs en tous les points de l'espace de transport (véhicules 20 et station 10). La **figure 1** représente un cas de transport urbain de type omnibus de type ferroviaire et plus spécifiquement métro souterrain. Le réseau de transport comporte une voie ferroviaire 80, des stations 10 dont deux sont représentées et individualisées en S1 et S2, des inter-stations 30 dont trois sont représentées et des véhicules 20, dont un seul est représenté. Par station 10, on entend tous les différents espaces de transport autres que les véhicules 20, à savoir notamment les accès, les quais, les couloirs, les salles d'échange, les zones techniques ainsi que les zones commerciales. Par véhicule 20, on entend la rame de métro constitué de plusieurs voitures, ici cinq. Le véhicule 20 est ici représenté de façon non réaliste en partie en inter-station 30 et en station 10, afin de figurer les deux types de liaisons sol-bord, dont la combinaison permet la qualité du service d'accès Internet assuré aux utilisateurs.

[0021] L'architecture générale du réseau de communication repose sur l'association de deux réseaux de communication sans fil distincts. Le premier réseau de communication sans fil est dit « réseau sol » 35. Il relie tous les espaces à l'exception des véhicules 20, adossé à un système central 300. Le second réseau de communication sans fil est dit « réseau bord » 25, et correspond au réseau embarqué dans les véhicules 20.

[0022] L'architecture du système central 300 sera détaillée en regard de la **figure 4**. Le système central 300 est déployé dans un centre de données (appelé encore « Data Center » en anglais) et connecté au reste de l'infrastructure par un réseau de communication, usuellement dénommé dorsale (appelé encore Backbone en anglais) 400 constitué de fibres optiques et de câbles de cuivre permettant de connecter l'ensemble des équipements via des commutateurs 420. Les commutateurs 420 sont reliés à chacun des éléments du système déployé « au sol », par opposition aux éléments embarqués dans les véhicules 20. Ainsi, les commutateurs 420 sont reliés par une liaison 410 de type Ethernet de l'ordre de 1 à

10 Gbps au travers d'une interface optique ou d'une interface cuivre à chaque point d'accès Wi-Fi 140, à chacun des modems 120 ainsi qu'à chacun des équipements de transmission 160. Les points d'accès Wi-Fi 140 sont dédiés à la connexion des utilisateurs au réseau de communication de l'exploitant du réseau de transport et  
5 sont situés exclusivement en station 10.

**[0023]** Afin de permettre à l'utilisateur un accès au réseau de communication de l'exploitant du réseau de transport en tous lieux, il existe également des points d'accès Wi-Fi embarqués 240 dans les véhicules 20. L'utilisateur connecte son terminal 700 via une liaison radio 150 aux points d'accès Wi-Fi disponibles en tous  
10 points de l'espace de transport : points d'accès Wi-Fi 140 en station 10 et point d'accès Wi-Fi embarqués 240. Les modems 120 sont raccordés à au moins une antenne 130 installée dans l'espace de transport en inter-station 30 et à un emplacement déterminé pour couvrir au mieux la zone de circulation du véhicule 20 sur la voie 80. Les modems 220 sont raccordés à au moins une antenne 221  
15 installée à l'extérieur du véhicule 20 à un emplacement déterminé pour capter au mieux le signal radio transmis par les antennes 130. Un véhicule 20 est équipé d'au moins deux modems 220 avantageusement installés dans les voitures d'extrémité. Les modems 120, 220 et les antennes 130 et 221 sont dédiés à la « liaison sol-bord », c'est-à-dire à la connexion des véhicules 20 au réseau de communication de  
20 l'exploitant du réseau de transport et assurent ainsi la permanence d'une liaison à faible débit PL en station 10 comme en inter-station 30.

**[0024]** Une liaison ponctuelle, additionnelle, et à haut débit HDL entre le véhicule 20 et le réseau de communication de l'exploitant du réseau de transport s'effectue lors de la connexion entre l'équipement de transmission 160 en station 10  
25 et l'équipement de transmission embarqué 230 correspondant à bord du véhicule 20.

**[0025]** Les équipements au sol 160 et les équipements embarqués 230 sont des équipements de transmission de type WiGig (802.11ad) et ne sont aptes à établir une connexion permettant d'échanger des données que lorsqu'ils sont situés à une courte distance l'un de l'autre. Cela se produit lorsque le véhicule 20 est en station  
30 10, qu'il soit totalement à l'arrêt ou non. En effet, la connexion peut s'établir lorsque le véhicule 20 est en phase de freinage à l'entrée en station 10 même s'il n'est pas

encore totalement immobilisé dès que la proximité entre les deux équipements de transmission 160 et 230 le permet. De même, la connexion peut durer au moment du départ du véhicule 20 de la station 10 tant que la distance maximale de connexion n'est pas dépassée. C'est pourquoi il est considéré que la liaison ponctuelle et  
 5 additionnelle à haut débit HDL s'effectue lorsque le véhicule 20 est à l'arrêt en station 10 ou sensiblement à l'arrêt.

[0026] Le réseau bord 25 se compose d'un système embarqué 200 connecté à l'ensemble de l'infrastructure embarquée par la dorsale (ou Backbone en anglais) embarquée 210, qui relie les modems embarqués 220, les points d'accès Wi-Fi  
 10 embarqués 240 situés dans les véhicules 20, et les équipements de transmission embarqués 230. L'architecture relative au système embarqué 200 sera détaillée en regard de la **figure 3**.

[0027] On fait maintenant référence à la **figure 2** qui représente le principe du cumul des deux types de liaisons sans fil sol-bord au cours du temps. En premier  
 15 lieu, la liaison permanente à faible débit PL consiste par exemple en une liaison radio par ondes électromagnétiques conforme au standard 802.11n dans la bande 5.2 Ghz et permet un échange de données entre le véhicule 20 et le réseau au sol à faible débit de l'ordre de 40 à 120 Mbps. Cette liaison permanente à faible débit PL est représentée par la zone hachurée. En second lieu, la liaison ponctuelle à haut débit  
 20 HDL, consiste par exemple en une liaison radio par ondes électromagnétiques conforme au standard 802.11ad dans la bande 60Ghz. Elle permet un échange de données entre le réseau bord 25 et le réseau sol 35 à haut débit de l'ordre de 1 à 2 Gbps. La liaison ponctuelle à haut débit HDL est représentée par les barres verticales. Cette liaison ponctuelle à haut débit HDL intervient lorsque le véhicule 20  
 25 (non représenté) est à l'arrêt ou sensiblement à l'arrêt à chaque station  $S_n$ , indiquées sur l'axe des abscisses, qui correspond à l'écoulement du temps t.

[0028] La liaison ponctuelle à haut débit HDL en station  $S_n$  peut être mise en place dans tous types de transport de type omnibus (métro, bus, tramway, RER),  
 lorsque les temps de stationnement sont relativement courts (entre 10 et 60  
 30 secondes), les arrêts relativement fréquents et les temps de parcours inter-station 30 de l'ordre d'un multiple du temps de stationnement.

[0029] A titre d'exemple, la **figure 2** illustre le cas d'un véhicule 20 dont les temps de stationnement aux différentes stations 10  $S_n$  sont variables d'une station 10 à l'autre, comme cela ressort de la différence de largeur des barres à chaque station 10, et dont les temps de parcours des inter-stations 30 varient entre cinq fois le temps de stationnement moyen entre les stations  $S_2$  et  $S_3$  et dix fois le temps de stationnement moyen entre les stations  $S_4$  et  $S_5$ .

[0030] La quantité de données pouvant être échangées résultant de la combinaison des deux liaisons sol-bord pour un trajet du véhicule 20 est représenté par la courbe en pointillé superposée au graphique. Les salves de débit de la liaison HDL, représentées par les barres verticales, appelés encore « bursts » en anglais, sont utilisées pour rafraîchir un système de cache embarqué 280 avec des contenus dynamiques, dont l'architecture est exposée en **figure 3**. Le cache embarqué 280 permet de servir les requêtes Internet des utilisateurs en priorité sans passer par la liaison sol-bord permanente à faible débit PL. Il s'agit alors d'un accès à du contenu Internet 'Off-Line', dont le principe de fonctionnement est exposé en **figure 9**.

[0031] On fait maintenant référence à la **figure 3** qui détaille l'architecture interne du système embarqué 200. Le système embarqué 200 comporte de façon classique un commutateur interne 250, qui permet de raccorder via une interface cuivre 251 et une interface optique 252 tous les équipements embarqués à la dorsale embarquée 210, un routeur interne 260 et un module anti-feu, appelé encore « firewall » en anglais 270. Le système embarqué 200 spécifique au système de routage d'une requête Internet objet de la présente invention comporte en outre un module de cache embarqué 280.

[0032] Le module de cache embarqué 280 contribue à améliorer la qualité du service d'accès à Internet rendu à l'utilisateur en permettant une meilleure gestion de la quantité de données à transférer sur la liaison sol-bord. Le module de cache embarqué 280 stocke des données Internet identifiées comme pertinentes et devant être de nature à répondre à une grande partie des requêtes des utilisateurs à bord du véhicule 20. Lorsque la réponse à la requête de l'utilisateur situé dans un véhicule 20<sub>n</sub> est bien stockée dans le cache embarqué 280<sub>n</sub> de ce véhicule 20<sub>n</sub>, l'utilisateur obtient rapidement la réponse via un accès « Off-line ».

[0033] Lorsque la réponse à la requête de l'utilisateur n'est pas présente dans le cache embarqué 280<sub>n</sub> du véhicule 20<sub>n</sub> dans lequel se situe l'utilisateur, la requête se fait alors via la liaison permanente PL ou additionnelle HDL. Du fait de la présence de la plupart des réponses aux requêtes dans le cache embarqué 280<sub>n</sub>, la liaison permanente à faible débit PL est sollicitée plus rarement et son faible débit est alors  
5 suffisant pour préserver la qualité du service du point de vue de l'utilisateur. La gestion du contenu du cache embarqué 280 de chaque véhicule 20 est décrite en regard de la **figure 7**.

[0034] On fait maintenant référence à la **figure 4** qui détaille l'architecture  
10 interne du système central 300. Le système central 300 comporte de façon classique à tout centre de données connecté à Internet un module de sécurité 320, au moins un module anti-feu (Firewall) 370, au moins un routeur 360, au moins un commutateur 350 et un réseau local 330 Ethernet connectant les divers modules du système central 300 et un accès au réseau Internet 800. Le module de sécurité 320  
15 effectue le contrôle des requêtes afin d'assurer l'utilisation appropriée d'Internet dans l'espace public et d'interdire l'accès à des contenus non autorisés par les réglementations en vigueur. Le système central 300 spécifique au système de routage d'une requête Internet objet de la présente invention comporte en outre un module de gestion 310 des points d'accès Wi-Fi 140 en station 10 et embarqués  
20 240, un module « portail d'accès » 340, un module de cache central 380, un module de gestion 390 des contenus des caches embarqués 280 et un module d'optimisation de la quantité de données à transmettre 600.

[0035] Le module de gestion des bornes Wi-Fi 310 a pour fonction d'assurer la  
25 continuité du service d'accès à Internet proposé aux utilisateurs dans l'intégralité de l'espace de transport comprenant l'intégralité des stations 10 du réseau de transport considéré ainsi que l'intégralité des véhicules 20 en circulation dans l'espace de transport, grâce à la pratique connue d'itinérance appelée encore « roaming » en anglais. Le fonctionnement du module de gestion des bornes Wi-Fi 310 sera détaillé en regard de la **figure 10**. Le module « portail d'accès » 340 a pour fonction de  
30 contrôler et d'identifier les utilisateurs. L'authentification n'est effectuée qu'une seule fois par l'utilisateur et par accès à l'espace de transport. Elle permet la connexion de

l'utilisateur au service d'accès à Internet. Ce service est maintenu durant toute la durée de la présence de l'utilisateur dans l'espace de transport. Le module d'optimisation 600 a pour fonction de maximaliser la capacité du débit qui est nécessairement limité en agissant sur la quantité des données à transmettre. Son fonctionnement sera détaillé au regard de la **figure 5**. Le module de cache central 380 est un serveur permettant de stocker du contenu dynamique et de la Vidéo à la demande (appelé encore VOD pour Video on Demand). Le fonctionnement du module de cache central 380 et de la détermination de son contenu seront exposés en regard de la **figure 6**. Le module de gestion des contenus des caches embarqués 390 a pour fonction de packager les fichiers de rafraîchissement des contenus de chaque serveur de cache embarqués 280, le fonctionnement du module de gestion des contenus des caches embarqués 390 sera détaillé en regard de la **figure 7**.

[0036] On fait maintenant référence à la **figure 5** qui expose les moyens d'optimisation 600 de la quantité de données à transmettre sur la liaison sol-bord à faible débit PL. Le système de routage d'une requête Internet décrit a pour objectif de procurer à l'utilisateur une haute qualité de service. Cette haute qualité de service perçue passe par l'optimisation de la quantité de données à transmettre sur la liaison sol-bord permanente à bas débit PL. Le débit réseau disponible pour répondre au besoin de l'ensemble des utilisateurs situés dans un véhicule 20 est celui qui résulte de la somme du débit de la liaison permanente à faible débit PL et du débit de la liaison ponctuelle à haut débit HDL.

[0037] L'optimisation de la quantité de données à transmettre repose sur un traitement adapté des requêtes Internet émises par les utilisateurs présents dans le véhicule 20 qui n'altère pas l'expérience utilisateur (temps de latence, qualité, etc.). Les moyens d'optimisation de la quantité de données à transmettre sont fondés sur trois fonctions techniques distinctes, qui sont la mise en cache 610, la compression vidéo 620 et la segmentation du téléchargement 630. Avantagement, ces trois fonctions sont utilisées de façon cumulative et combinée.

[0038] La mise en cache 610 repose sur l'existence du système embarqué 200 dans le véhicule 20. Du fait de la présence du cache embarqué 280, un nombre important de requêtes Internet des utilisateurs présents à bord du véhicule 20 trouve

leur réponse dans le cache embarqué 280 et ne passe plus par la liaison permanente à faible débit PL. Cela allège automatiquement la quantité de données à transmettre et libère automatiquement de la place pour transmettre les données des autres requêtes.

5[0039] La réduction de la quantité de données à transmettre est directement dépendante de la capacité de stockage du cache embarqué 280 et de l'adéquation du contenu du cache embarqué 280 aux requêtes des utilisateurs. La taille des serveurs de cache embarqués 280 peut être adaptée pour un système omnibus. De préférence, la capacité de stockage du serveur de cache embarqué 280 correspond  
10 à une capacité comprise entre 100 et 1000 fois la quantité de données que le système est en mesure de transmettre lors de l'arrêt en station.

[0040] Le contenu des données stockées dans le cache embarqué 280 est déterminé par le système central 300 en fonction du contenu du cache central 380 et du module de gestion des contenus 390. La détermination du contenu du cache  
15 central 380 sera mieux comprise en regard de la **figure 6**. La détermination du rôle du module de gestion des contenus 390 sera mieux comprise en regard de la **figure 7**.

[0041] Le module de gestion des contenus 390 inclut une fonction de rafraîchissement des contenus de chaque cache embarqué 280. Le contenu de ces  
20 rafraîchissements est défini pour exploiter au mieux les salves de débit de la liaison ponctuelle additionnelle à haut débit HDL lors du cumul avec la liaison permanente PL, lorsque le véhicule 20 est à l'arrêt en station 10 ou sensiblement à l'arrêt.

[0042] La compression vidéo 620 consiste à adapter en temps réel la taille des contenus multimédia à la situation de l'utilisateur afin de réduire la quantité de  
25 données à transmettre. La fonction de compression vidéo 620 est implémentée dans le système central 300. Le taux de compression de données est adapté selon différents critères tels que le terminal 700 dont émane la requête de l'utilisateur (taille et résolution de l'écran), le statut 710 de l'utilisateur (offre premium), et l'affluence 720, qui correspond au nombre d'utilisateurs à servir dans le véhicule 20.

30[0043] La segmentation du téléchargement 630 consiste à délivrer en flux tendu la juste quantité de données nécessaire au terminal 700 de l'utilisateur. Cela

permet de limiter le 'gaspillage' de données lorsqu'un contenu, par exemple une vidéo, n'est pas lu en intégralité. La fonction de segmentation du téléchargement 630 est implémentée sur des serveurs centraux 300.

[0044] On fait maintenant référence à la **figure 6** qui expose les critères de  
5 sélection du contenu et de la mise à jour du contenu du cache central 380. Le  
contenu du cache central 380 est mis à jour grâce à un module de mise à jour 383,  
qui fonctionne en permanence et qui analyse la pertinence des divers contenus  
existants pour apprécier l'opportunité de les stocker dans le cache central 380. Le  
10 module de mise à jour 383 repose sur un algorithme d'analyse des données 397 et  
un moteur de mise à jour 399. L'algorithme d'analyse des données 397 combine  
deux sortes de données : les différences sources de contenus 381 et les données  
relatives à l'analyse de la popularité de ces contenus 385.

[0045] Les différentes sources de contenus 381 sont principalement les  
réseaux sociaux 382, certains sites web prédéfinis 384 identifiés comme pertinents  
15 car toujours plébiscités par les utilisateurs (exemples site d'information continu,  
bulletin météo, résultats sportifs etc.), des contenus relatifs à des événements  
extérieurs 386 comme par exemple des bulletins d'information sur perturbation,  
manifestation etc., et des contenus provenant de fournisseurs de vidéo à la demande  
388.

20[0046] Les données relatives à l'analyse de la popularité de ces contenus 385  
proviennent à la fois de sources externes 387 au réseau de transport, certaines  
sociétés mettant à disposition un classement des hits de popularité des contenus  
Internet en temps quasi-réel, et de source interne au réseau de transport 389. En  
effet, l'utilisation d'Internet peut être spécifique dans le contexte des réseaux de  
25 transport de type omnibus. C'est pourquoi les hits de popularité identifiés par la  
source extérieure 387 doivent être confrontés aux requêtes réellement formulées par  
les utilisateurs du réseau de transport. Ces requêtes sont toutes transmises en  
temps réel à ce module de connaissance des demandes internes au réseau 389. Le  
moteur de mise à jour 399 recopie dans le cache central 380 les données Internet  
30 identifiées par l'algorithme 397.

[0047] On fait maintenant référence à la **figure 7** qui schématise le fonctionnement du module de gestion des contenus 390 de chaque cache embarqué 280. Le module de gestion des contenus 390 de chaque cache embarqué 280 met en œuvre un procédé complexe de mise en paquets (appelé encore « packaging » en anglais). Le module de gestion des contenus 390 comporte des modules de constitution des paquets de données 392 et un module de dépôt des paquets de données 394.

[0048] Les modules de constitution des paquets de données 392 s'appuient sur un algorithme 393 et sont en nombre égal au nombre de caches embarqués 280 en circulation sur le réseau de transport. n instances de modules de constitution de paquets de données 392 tournent donc en parallèle, en se fondant sur l'algorithme 393.

[0049] Chaque paquet de données 391 ainsi constitué par un module de constitution des paquets de données 392 contient l'ensemble des éléments nécessaires au rafraîchissement du contenu de chaque cache embarqué 280. Ces paquets de données 391 sont destinés à être récupérés par les caches embarqués 280 lors de la connexion du véhicule 20 à la liaison ponctuelle à haut débit HDL en station 10. Ces paquets de données 391 dépendent donc étroitement de chaque véhicule 20 auquel ils sont destinés et plus particulièrement du contenu existant 395 du cache embarqué 280 identifié par l'identifiant du véhicule 20 dans lequel il est situé et de la position du véhicule 20 dans le système de transport avec les données relatives au système de transport 396.

[0050] Les données du système de transport 396 sont relatives à la position du véhicule 20, la topologie du réseau, le temps de parcours de la prochaine inter-station 30 et le temps de stationnement estimé à la prochaine station 10. Le temps de parcours de la prochaine inter-station 30 est une contrainte directe du temps dont dispose le module de constitution des paquets 392 pour déterminer le contenu des paquets. Le temps de stationnement estimé à la prochaine station 10 est une contrainte directe sur le volume de données susceptibles d'être échangées via la liaison ponctuelle à haut débit HDL. Ces données relatives au système de transport

396 sont donc nécessairement prises en considération par l'algorithme 393 lors de la constitution des paquets de données 391.

[0051] La constitution des paquets de données 391 par le module de constitution des paquets 392 peut également être influencée par la connaissance de données relatives aux utilisateurs 398, telles que leur origine et destination, leur position et leur comptage, voire leur profil.

[0052] Le module de dépôt 394 des paquets de données 391 reçoit tous les paquets de données 391 constitués par les modules de constitution des paquets 392. Chaque paquet de données 391 est identifié comme étant destiné à un cache embarqué 280 identifié situé dans le véhicule 20 correspondant lors de sa connexion à l'équipement de transmission à haut débit HDL en station 10.

[0053] Le module de dépôt 394 des paquets de données 391 n'initialise pas le transfert des paquets vers les véhicules 20. Ce sont les caches embarqués 280 qui détectent la disponibilité de la liaison ponctuelle à haut débit HDL et se connectent au module de dépôt 394 et récupèrent le paquet de données 391 qui leur est destiné.

[0054] Le module de dépôt 394 des paquets de données 391 est rafraîchi (mis à jour) à chaque fois qu'un nouveau paquet de donnée 391 est constitué pour un serveur de cache embarqué 280. Le nouveau paquet de donnée 391 vient remplacer le paquet de donnée 391 stocké précédemment destiné au même cache embarqué 280 identifié.

[0055] On fait maintenant référence à la **figure 8** qui représente schématiquement les étapes du routage d'une requête d'un utilisateur situé dans un véhicule 20. Une étape préalable d'authentification 900 est nécessaire. Cette étape d'authentification 900 peut avoir été effectuée dès l'entrée dans l'espace de transport par l'utilisateur, et n'a alors pas à être renouvelée au moment de la formulation de sa requête Internet. Le déroulement de cette étape 900 sera exposé plus en détail au regard de la **figure 10**.

[0056] La première étape 910 correspond à la formulation par l'utilisateur d'une requête sur son terminal 700. Cette requête est transmise au routeur embarqué 260 via le point d'accès Wi-Fi 240 du véhicule 20. En parallèle, et sans que cela constitue une étape du système de routage, la requête de l'utilisateur est

transmise au module de connaissance des demandes internes au réseau 389 du cache central 380, afin d'être traitée pour améliorer la connaissance de la popularité des requêtes en utilisant soit la liaison permanente à bas débit PL soit la liaison ponctuelle, additionnelle et à haut débit HDL.

5[0057] La deuxième étape 920 consiste en l'analyse de la disponibilité de la liaison ponctuelle, additionnelle et à haut débit HDL par le routeur embarqué 260, qui oriente alors la requête vers le cache qui est accessible. Lorsque le véhicule 20 est en inter-station 30, seule la liaison permanente à faible débit PL est disponible, et la requête est alors orientée vers le cache embarqué 280 du réseau bord 25 du  
10 véhicule 20. Lorsque le véhicule 20 est à l'arrêt ou sensiblement à l'arrêt en station 10 et que la liaison ponctuelle additionnelle et à haut débit HDL est disponible, la requête est alors orientée vers le cache central 380 via ladite liaison HDL.

[0058] Lors de la troisième étape 930, la réponse à la requête est recherchée en priorité dans les caches. Si la réponse à la requête se trouve dans le cache  
15 embarqué 280, lorsque le véhicule 20 circule en inter-station 30, ou dans le cache central 380, lorsque le véhicule 20 y a accès via la liaison HDL, la réponse est alors directement envoyée au terminal 700 de l'utilisateur. C'est uniquement lorsque la requête est trop spécifique et que la réponse ne fait pas partie des données stockées dans le cache embarqué 280 ou dans le cache central 380 que la réponse est  
20 recherchée directement en ligne sur Internet 800. Cela correspond à la quatrième étape 940.

[0059] Cette quatrième étape 940 est facultative, et est la seule à se dérouler directement en ligne (« on line » en anglais), alors que toutes les étapes précédentes se déroulent en accès hors ligne (« off-line » en anglais). Pour cette étape, le  
25 terminal de l'utilisateur 700 se connecte à Internet 800 en passant par le routeur de communication central 360 auquel il accède soit via la liaison permanente à faible débit PL lorsque le véhicule 20 est en inter-station 30, soit via la liaison additionnelle, ponctuelle et à haut débit HDL lorsque le véhicule 20 y est connecté en station 10.

[0060] On fait maintenant référence à la **figure 9** qui représente  
30 schématiquement les étapes du routage d'une requête d'un utilisateur situé en

station 10, à savoir dans tous les autres espaces de transport autres qu'un véhicule  
20.

[0061] Une étape préalable d'authentification 900 est nécessaire. Cette étape  
d'authentification 900 peut avoir été déjà effectuée par l'utilisateur, et n'a alors pas à  
5 être renouvelée au moment de la formulation de sa requête Internet.

[0062] La première étape 915 correspond à la formulation par l'utilisateur  
d'une requête sur son terminal 700. Cette requête est transmise au routeur central  
360 via le point d'accès au Wi-Fi 140 de la station 10. En parallèle, et sans que cela  
constitue une étape du système de routage, la requête de l'utilisateur est transmise  
10 au module de connaissance des demandes internes au réseau 389 du cache central  
380, afin d'être traitée pour améliorer la connaissance de la popularité des requêtes.

[0063] La deuxième étape 950 consiste à rechercher la réponse à la requête  
dans le cache central 380. Si la réponse à la requête se trouve dans le cache central  
380, la réponse est alors directement envoyée au terminal 700 de l'utilisateur. C'est  
15 uniquement lorsque la requête est trop spécifique et que la réponse ne fait pas partie  
des données stockées dans le cache central 380 que la réponse est recherchée  
directement en ligne sur Internet 800. Cela correspond à la troisième étape 960.

[0064] Cette troisième étape 960 est facultative, et est la seule à se dérouler  
directement en ligne (on-line), alors que toutes les étapes précédentes se déroulent  
20 hors ligne (off-line). Pour cette étape, le terminal de l'utilisateur 700 se connecte à  
Internet 800 en passant par le routeur de communication central 360. En parallèle, et  
sans que cela constitue une étape du système de routage, la réponse à la requête  
trouvée sur Internet 800 est adressée au cache central 380 via le réseau sol 35.  
L'envoi de la réponse au cache central 380 permet la mise à jour du contenu du  
25 cache central en temps réel. La mise à jour du contenu du cache en temps réel  
n'intervient que pour le cache central 380, et non pas pour les caches embarqués  
280. Le contenu de ces derniers n'est pas rafraîchi en temps réel mais exclusivement  
via la liaison ponctuelle additionnelle et à haut débit HDL lors de l'arrêt en station 10,  
en fonction de ce qui aura été déposé dans le module de dépôt 394.

30[0065] On fait maintenant référence à la **figure 10** qui représente l'étape  
d'authentification de l'utilisateur lors de sa première connexion au réseau Wi-Fi de

l'espace de transport. La première étape d'authentification 900 correspond à la demande de connexion du terminal d'un utilisateur 700 sur une borne d'accès au réseau Wi-Fi 140 située en station 10 ou sur une borne d'accès 240 à bord d'un véhicule 20. Les informations d'identification du terminal 700 sont transmises au

5 contrôleur 310. Le contrôleur 310 transmet une requête au serveur d'authentification 340 du système central 300. Le serveur d'authentification 340 valide ou non l'autorisation de connexion sur la base de listes de profils existants ou ayant été mise à l'index (« blacklistés » en anglais). Le serveur d'authentification 340 envoie la

10 réponse au contrôleur 310, autorisant ou non la borne 140 ou 240 à accepter la connexion du terminal utilisateur 700. Une fois effectuée, l'authentification est maintenue tant que le terminal utilisateur 700 est connecté à une borne 140 ou 240, puis un certain temps (typiquement de 5 à 30 minutes) après la déconnexion du terminal 700. Cela évite à l'utilisateur de devoir se re-connecter trop fréquemment et garantir ainsi une meilleure expérience utilisateur. En revanche, lorsque l'utilisateur

15 quitte l'espace de transport de façon durable, il doit procéder à une nouvelle authentification lors de sa prochaine entrée dans l'espace de transport.

[0066] On fait maintenant référence à la **figure 11** qui représente schématiquement le fonctionnement de l'itinérance (« roaming » en anglais) et la gestion des bornes Wi-Fi pour les utilisateurs. Une fois authentifié sur le réseau Wi-

20 Fi, le contrôleur 310 affecte une borne 140 ou 240 au terminal 700 de l'utilisateur en fonction principalement de la puissance du signal, et en second lieu, du nombre maximum de connexions possibles par borne. Les bornes d'accès Wi-Fi 140 ou 240 situées à proximité du terminal utilisateur 700 analysent en permanence la puissance du signal radio reçu par le terminal utilisateur 700, représenté sur la **figure 11** par

25 l'épaisseur du trait reliant le terminal 700 et chacune des bornes d'accès Wi-Fi 140 et 240.

[0067] Le déplacement de l'utilisateur dans l'espace de transport est représenté sur la **figure 11** par trois positions distinctes du terminal 700 aux instants  $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$ . Un cas spécifique de déplacement de l'utilisateur avec son terminal 700 est

30 ici représenté par le déplacement au sein de la station 10 puis la montée à bord d'un

véhicule 20, ce qui permet de figurer le passage du réseau Wi-Fi sol au réseau Wi-Fi bord avec modification d'adressage.

[0068] A l'instant  $t_1$ , la puissance du signal radio reçu du terminal 700 est la plus forte pour la borne d'accès  $140_1$ , en conséquence le terminal 700 est attaché à  
5 la borne d'accès  $140_1$ .

[0069] A l'instant  $t_2$ , la puissance du signal radio reçu du terminal 700 est la plus forte pour la borne d'accès  $140_3$ , en conséquence le terminal 700 est attaché à la borne d'accès  $140_3$ . Le contrôleur 310 donne l'ordre alors à la borne  $140_1$  de libérer la connexion avec le terminal utilisateur 700 et à la borne  $140_3$  recevant  
10 désormais le plus fort signal radio de procéder à la connexion du terminal utilisateur 700.

[0070] A l'instant  $t_3$ , la puissance du signal radio reçu du terminal 700 est la plus forte pour la borne d'accès  $240_1$ . Le contrôleur 310 donne l'ordre alors à la borne  $140_3$  de libérer la connexion avec le terminal utilisateur 700 et à la borne  $240_1$   
15 recevant désormais le plus fort signal radio de procéder à la connexion du terminal utilisateur 700. Dans ce cas, s'agissant d'un passage du réseau sol 35 au réseau bord 25, la borne  $240_1$  distribue au terminal 700 la nouvelle adresse réseau, qui lui est affectée par le système central 300, en application de la technique connue d'allocation dynamique d'adresses réseau. Ce changement d'adresse réseau est  
20 représenté sur la **figure 11** par l'épaisseur du contour du terminal utilisateur 700 et de la borne  $240_1$  à l'instant  $t_3$ . Le même principe de changement d'adresse se produira à nouveau lors du passage du réseau bord 25 au réseau sol 35, au moment de la descente du véhicule 20 par l'utilisateur du terminal 700.

[0071] La présente invention a été décrite de façon non limitative pour un cas  
25 d'application à un réseau de transport de type métro avec une technologie WiGig. Elle pourrait être mise en oeuvre pour d'autres applications équivalentes et par le biais d'autres technologies haut débit sans fil analogues, par exemple toutes les technologies Wi-Fi et la technologie Li-Fi.

## Revendications

- 1) Système de routage d'une requête Internet émanant d'un terminal de communication (700) d'un utilisateur voyageant dans un véhicule (20) de type omnibus circulant entre plusieurs stations d'arrêt (10) caractérisé en ce qu'il comprend :
- un réseau de communication sans fil (35) implanté au sol, destiné aux utilisateurs et équipé d'un routeur de communication central (360) implanté au sol ;
  - un réseau de communication sans fil embarqué (25) dans le véhicule (20), destiné aux utilisateurs et équipé d'un routeur de communication embarqué (260) dans le véhicule(20);
  - une pluralité de points de connexion (120) répartis au sol et une pluralité de points de connexion (220) répartis dans le véhicule (20) et aptes chacun à établir une liaison permanente à faible débit (PL) entre le réseau de communication sans fil bord (25) et le réseau de communication sans fil sol (35);
  - au moins une unité de communication embarquée (230) dans le véhicule (20) et au moins une unité de communication (160) répartie par quai de station (10) et aptes à établir l'une avec l'autre une liaison ponctuelle additionnelle à haut débit (HDL) entre le réseau de communication sans fil bord (25) et le réseau de communication sans fil sol (35);
  - au moins un serveur de cache central (380) au sol et au moins un serveur de cache embarqué (280) dans le véhicule (20) ; et
  - en ce qu'en fonction du moment de l'envoi de la requête, le routeur de communication sans fil embarqué (260) transmet la requête selon les règles de routage suivantes :
    - o en cas de disponibilité de la seule liaison sans fil permanente à faible débit (PL) établie entre le réseau de communication sans fil bord (25) et

- le réseau de communication sans fil sol (35), le routeur de communication sans fil embarqué (260) transmet la requête au serveur de cache embarqué (280) dans le véhicule (20) pour servir la réponse à la requête si elle est disponible, et en cas de non disponibilité de la
- 5 réponse, le routeur embarqué (260) est apte à aller chercher la réponse à la requête directement sur Internet (800) via la liaison sans fil permanente à faible débit (PL) et le routeur de communication central (360) au sol,
- 10
- en cas de disponibilité de la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit (HDL) entre le réseau de communication sans fil bord (25) et le réseau de communication sans fil sol (35), le routeur de communication embarqué (260) transmet la requête au serveur de cache central (380) implanté au sol via la liaison sans fil ponctuelle
- 15 additionnelle à haut débit (HDL) établie entre le réseau de communication sans fil bord (25) et le réseau de communication sans fil sol (35) pour servir la réponse à la requête si elle est disponible dans le serveur de cache central (380) au sol, et en cas de non disponibilité de la réponse, le routeur de communication embarqué (260) est apte à
- 20 aller chercher la réponse à la requête directement sur Internet (800) via la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit (HDL) et le routeur de communication central (360) au sol.
- 25
- 2) Système de routage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la liaison sans fil ponctuelle additionnelle à haut débit (HDL) est établie automatiquement entre le réseau de communication sans fil bord (25) et le réseau de communication sans fil sol (35) lorsque ledit véhicule (20) est à l'arrêt en station (10) ou sensiblement à l'arrêt.
- 30
- 3) Système de routage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un contrôleur central (310) implanté

au sol et chargé d'analyser la mobilité de l'utilisateur dans l'espace de transport et en ce que ledit contrôleur central (310) est propre en cas de montée ou de descente de l'utilisateur dans le véhicule (20) à connecter le terminal (700) de l'utilisateur au réseau de communication sans fil approprié (25, 35) pour maintenir une connexion sans fil permanente et sans altérer l'expérience de l'utilisateur.

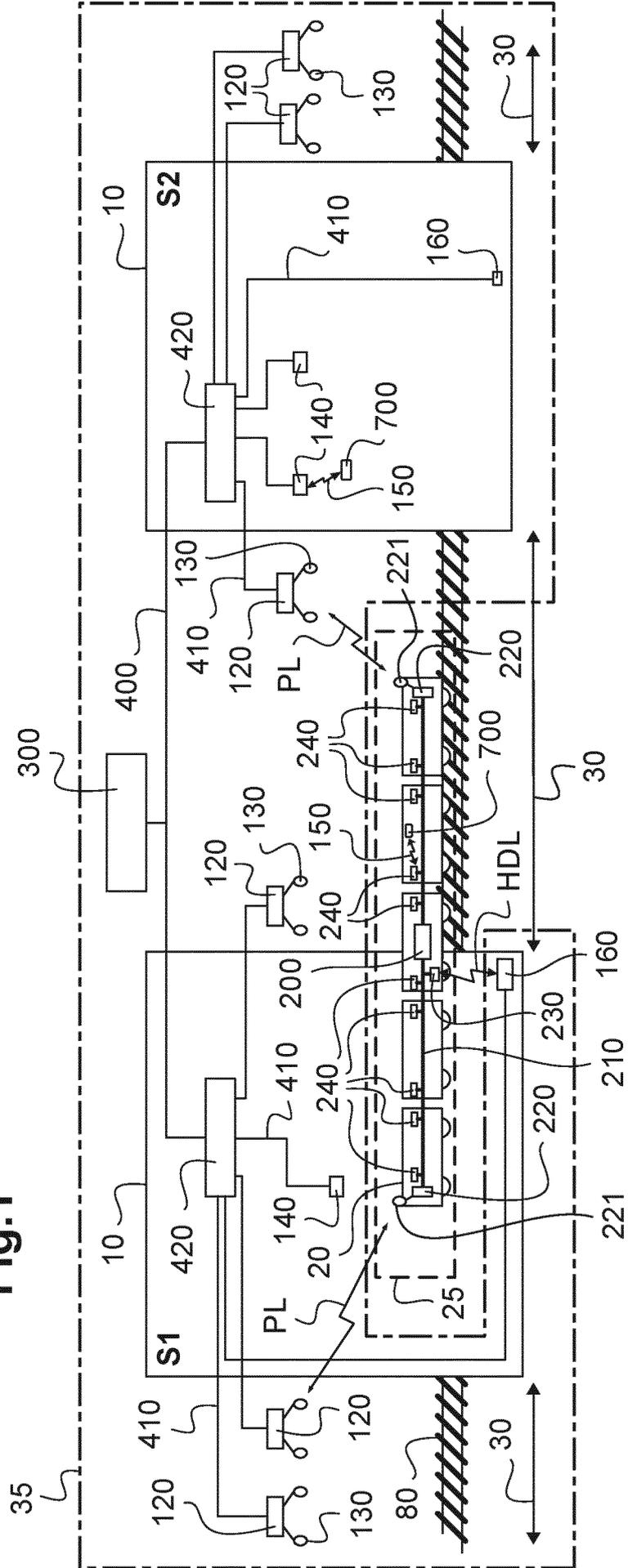
- 4) Système de routage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un système d'authentification (310, 900) auprès duquel le terminal utilisateur (700) se connecte et s'authentifie une ou plusieurs fois selon sa présence, fréquentation ou usage de l'espace de transport.
- 5) Système de routage selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un mécanisme de distribution d'adresses distinctes du terminal utilisateur (700) en fonction des points de connexion (140, 240) sur lequel il est accroché.
- 6) Système de routage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un module de traitement (383) du contenu du serveur cache central (380) comprenant :
- un algorithme d'analyse des données Internet (397) propre en permanence à analyser et étiqueter les données Internet (381) appartenant au groupe formé par des éléments/informations extérieurs (386) au système de transport, les réseaux sociaux (382), les sites web prédéfinis (384), contenus VOD (388), en fonction de leur popularité (385) ; et
  - un moteur de mise à jour (399) du contenu du serveur cache central (380) en fonction du résultat de l'algorithme d'analyse (397).

- 7) Système de routage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le serveur de cache embarqué (280) est mis à jour lorsque le véhicule (20) est à l'arrêt en station (10) ou sensiblement à l'arrêt.
- 5 8) Système de routage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le serveur de cache embarqué (280) de chaque véhicule (20) en circulation est mis à jour indépendamment des autres véhicules (20) en circulation dans l'espace de transport.
- 10 9) Système de routage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un mécanisme de rafraîchissement (390) d'une partie du contenu du serveur cache embarqué (280) comprenant :
- 15 ○ un module de paquetage (392) des données pour produire une succession de paquets de données (391) au rythme de la circulation du véhicule (20), lesdits paquets de données (391) contenant des données pour le rafraîchissement d'une partie du contenu du serveur de cache embarqué (280) lors du prochain arrêt du véhicule (20) en station (10), les paquets de données (391) étant produits selon au moins un critère appartenant au groupe formé par des éléments/informations relatifs au
  - 20 système de transport (396), et l'état courant du cache embarqué (395), et
  - un module de dépôt (394) pour recevoir les paquets de données (391) ainsi produits et les mettre à la disposition du serveur de cache embarqué (280) lorsque le véhicule (20) est à l'arrêt ou sensiblement à
  - 25 l'arrêt en station (10) via la liaison ponctuelle additionnelle à haut débit (HLD).
- 10) Système de routage selon la revendication 9, caractérisé en ce que le module de paquetage (392) des données du mécanisme de rafraîchissement (390) d'une partie du contenu du serveur cache embarqué (280) est apte à enrichir
- 30

le contenu des paquets de données (391) à partir des données relatives à l'utilisateur (398).

- 5 11) Procédé de routage de requêtes Internet émanant de terminaux d'utilisateurs voyageant dans un véhicule (20) de type omnibus circulant entre plusieurs stations d'arrêt (10) mis en œuvre par le système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.
- 10 12) Produit programme d'ordinateur stocké sur des moyens de stockage et comprenant un jeu d'instructions chargeable dans la mémoire d'un ordinateur, caractérisé en ce que, lorsque ledit jeu d'instructions est exécuté sur ledit ordinateur, le produit programme d'ordinateur met en œuvre le procédé selon la revendication 11.

Fig.1



2/6

Fig.2

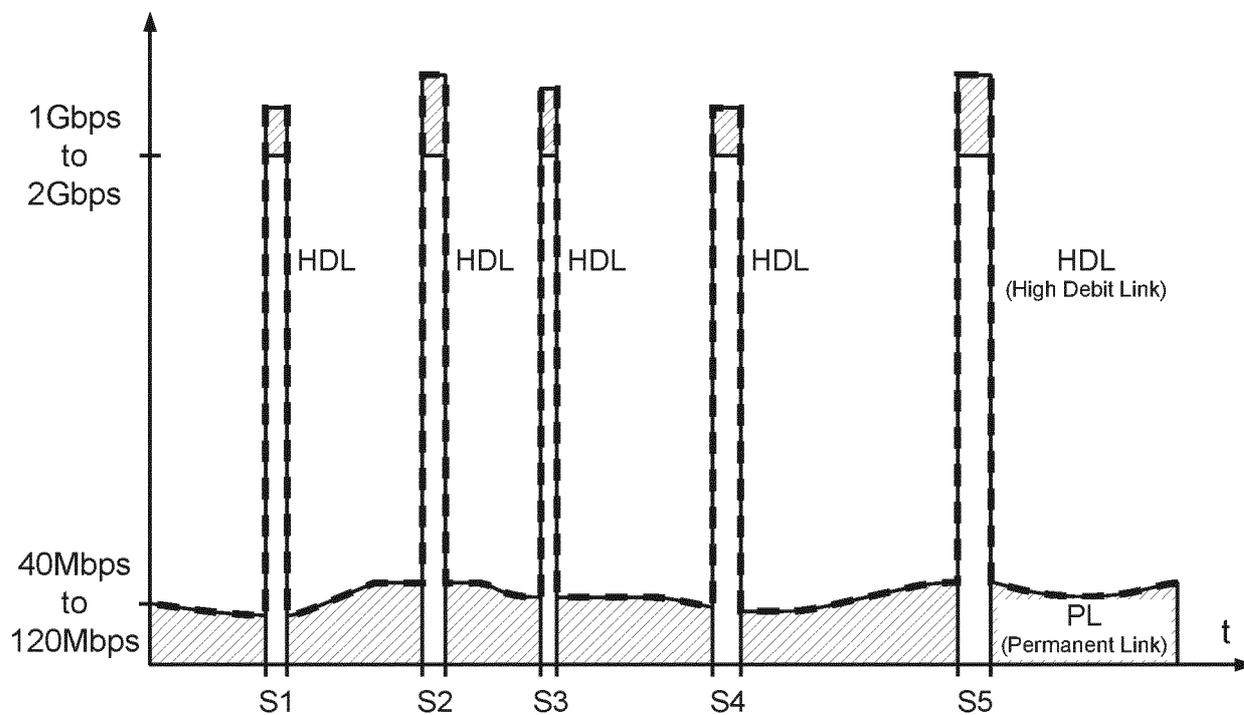
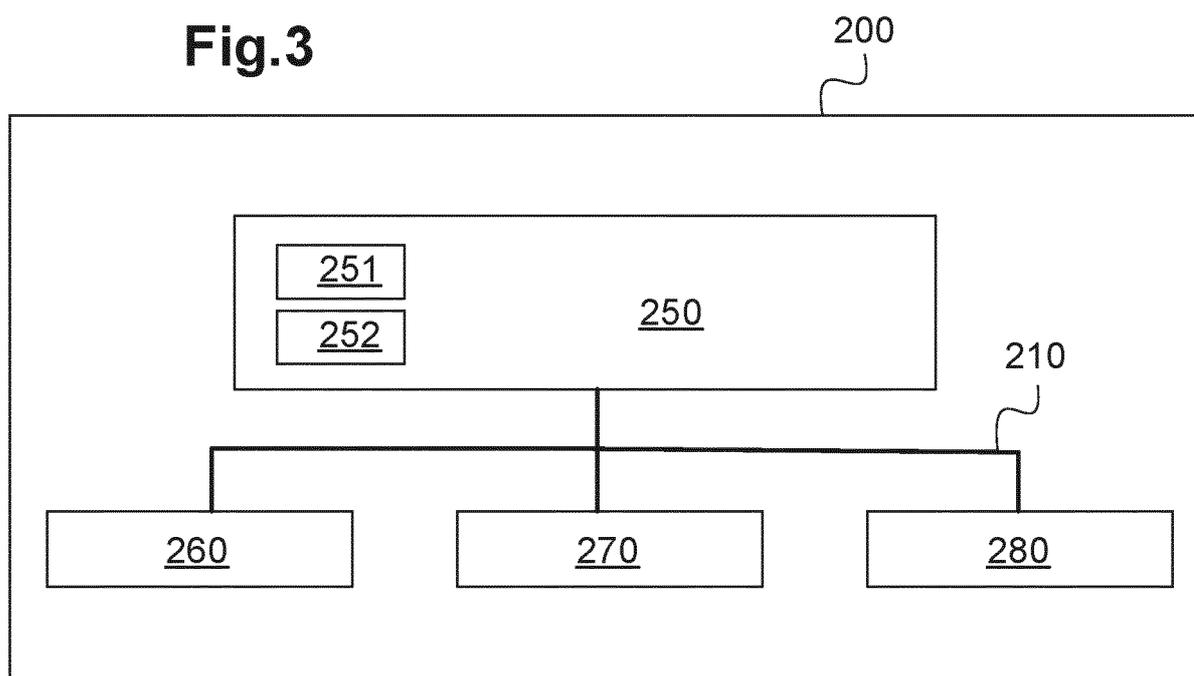


Fig.3



3/6

Fig.4

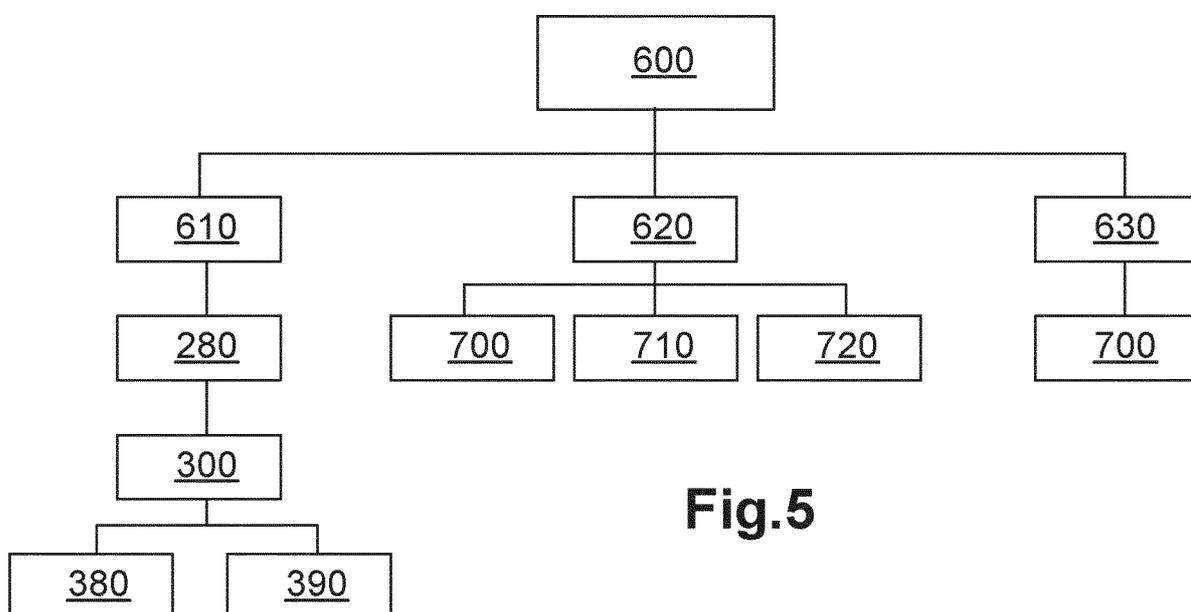
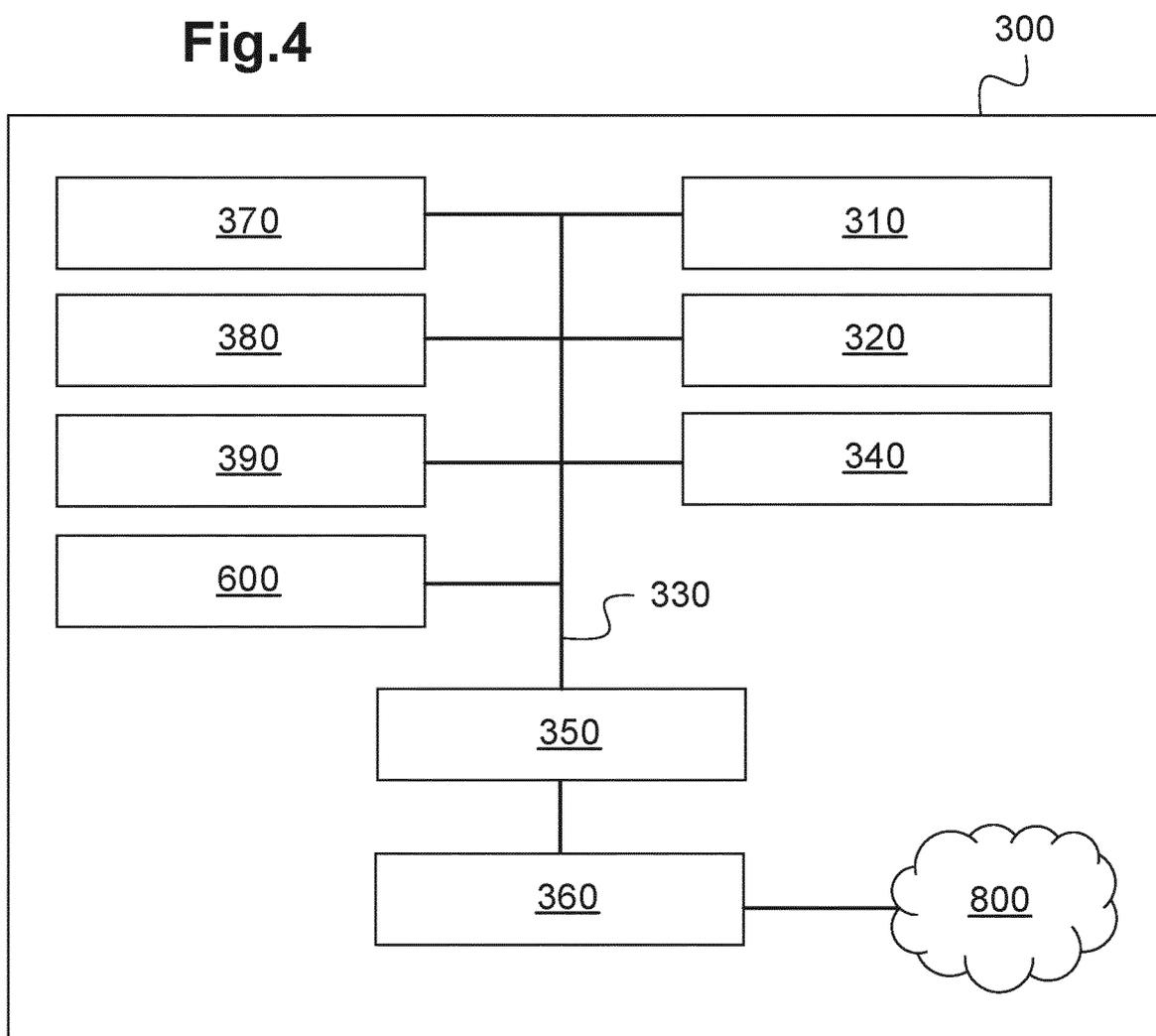


Fig.5

4/6

Fig.6

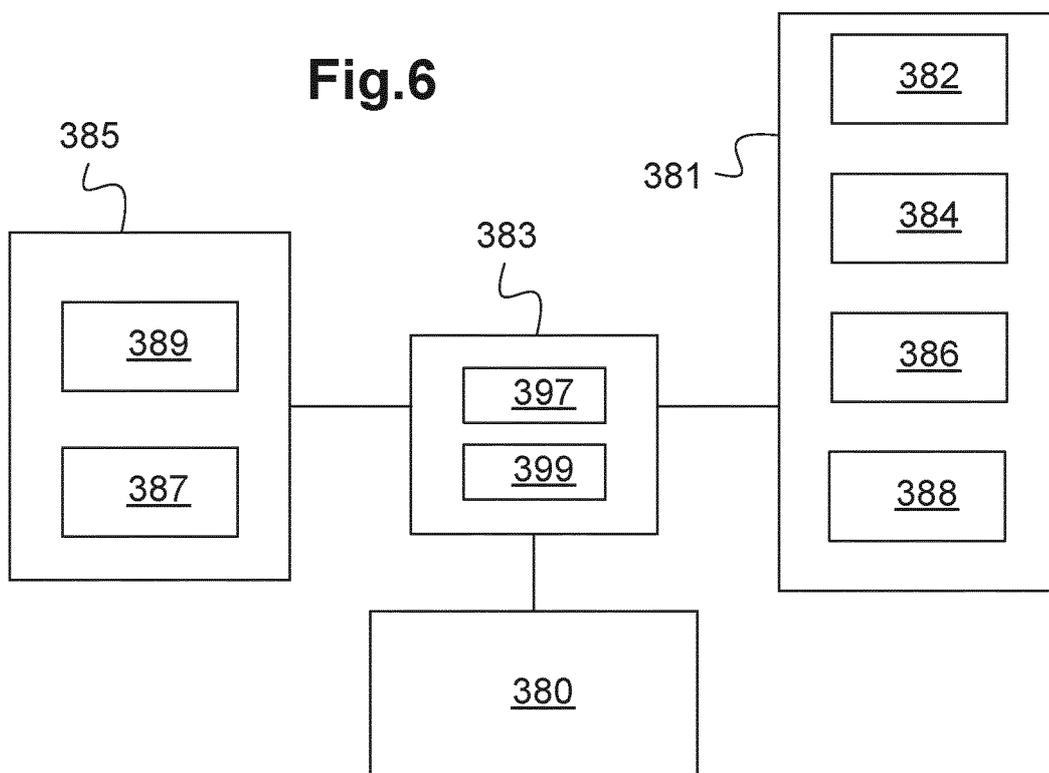
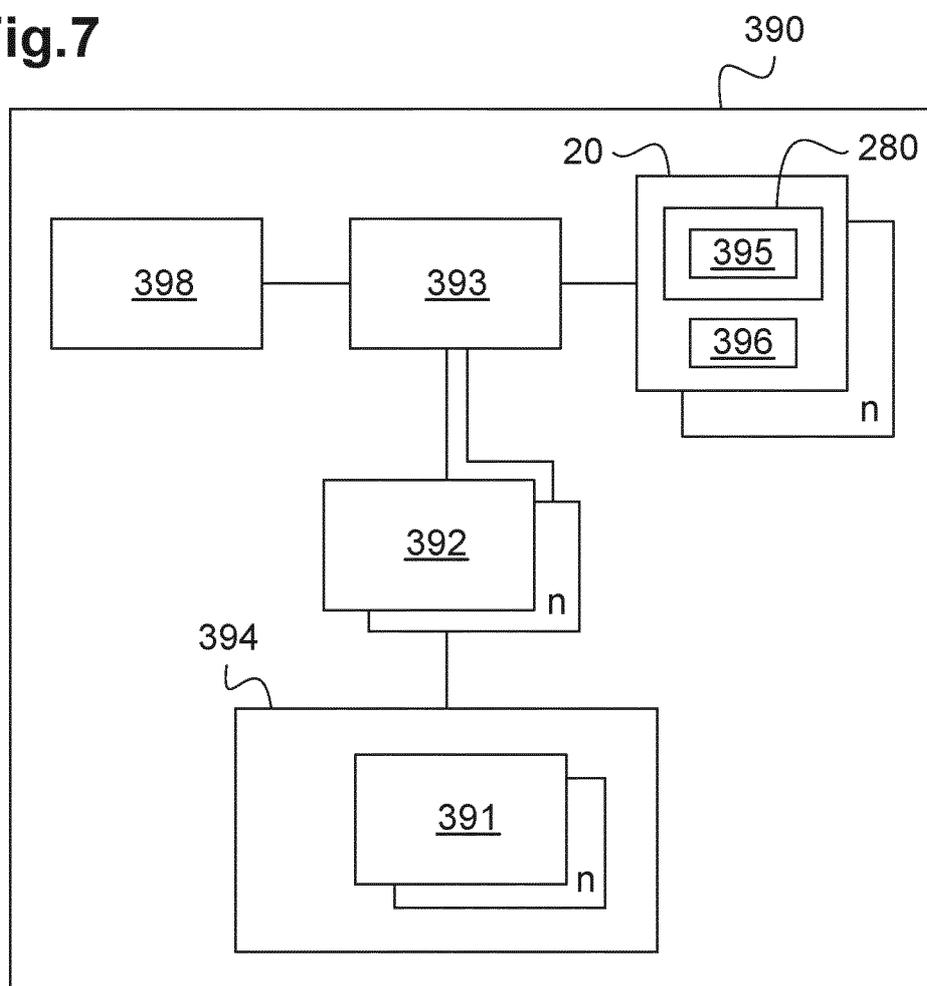
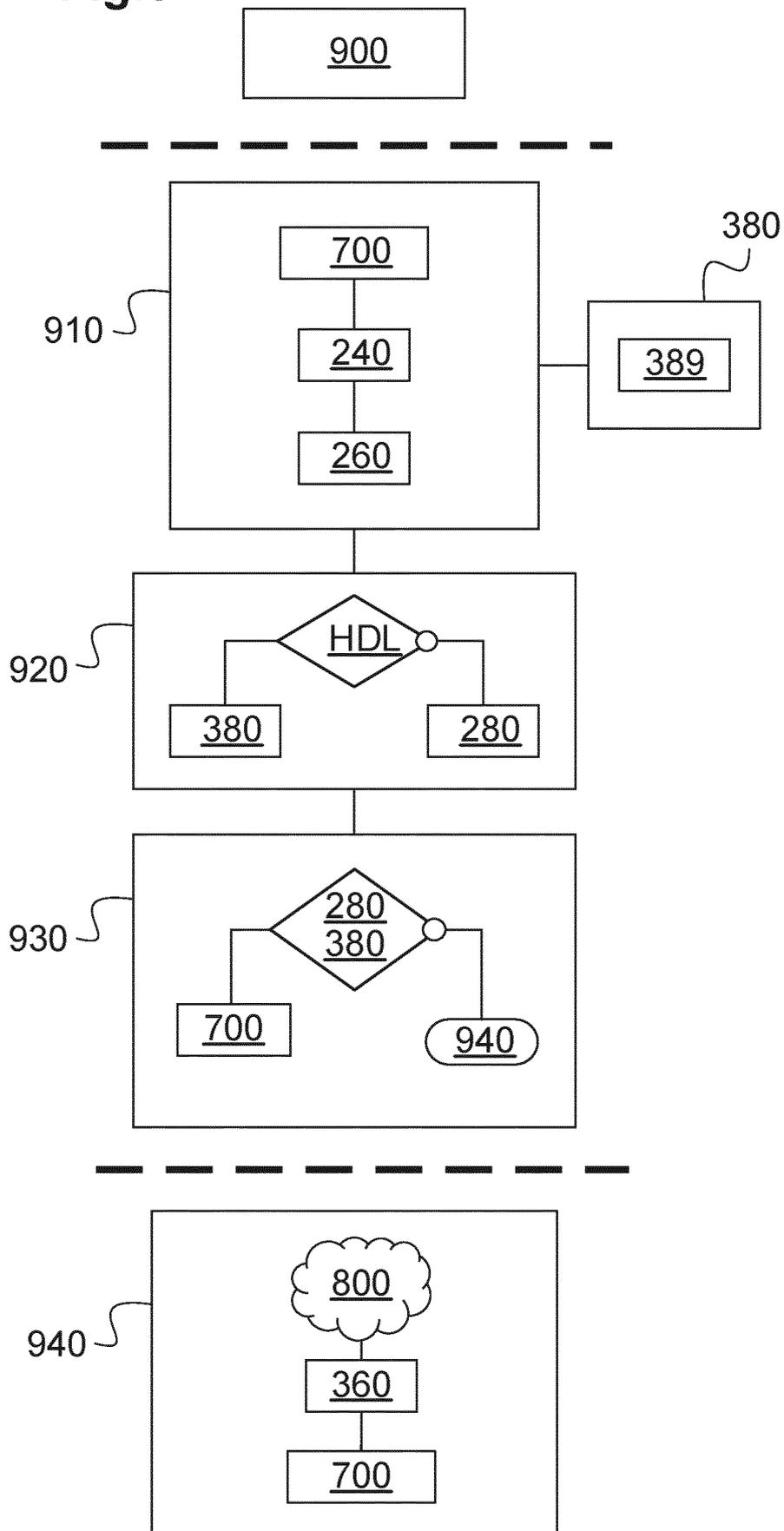


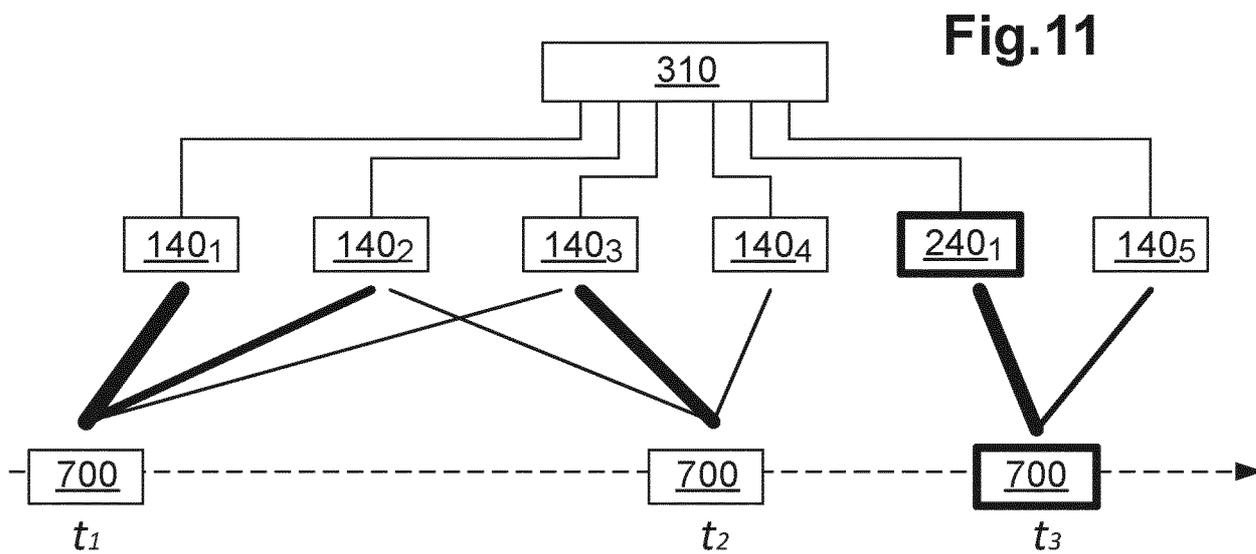
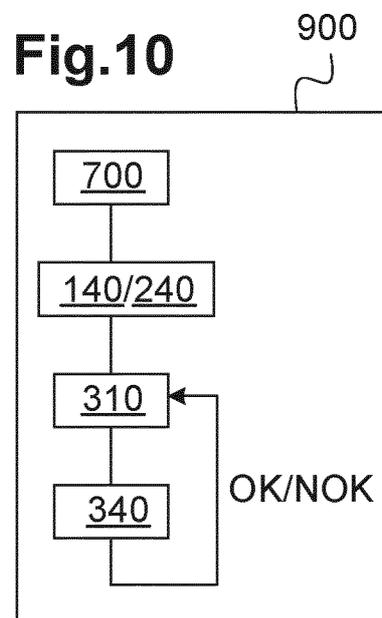
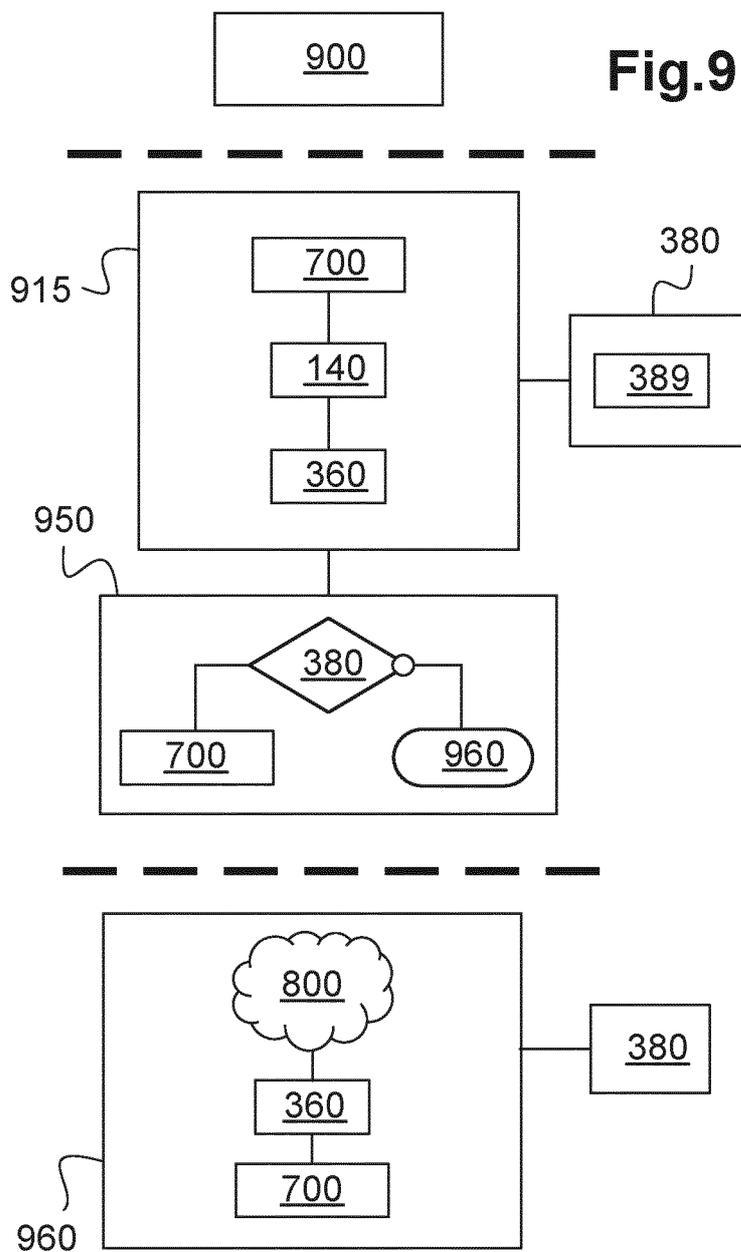
Fig.7



5/6

Fig.8







**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 826857  
FR 1653443

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		
Y	<p>SONG JIAYANG ET AL: "Design and evaluation of ICN-based Internet access scheme on high-speed trains", 2014 IEEE 7TH JOINT INTERNATIONAL INFORMATION TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE CONFERENCE, IEEE, 20 décembre 2014 (2014-12-20), pages 206-211, XP032749463, DOI: 10.1109/ITAIC.2014.7065036 ISBN: 978-1-4799-4420-0 [extrait le 2015-03-20] * page 207 - page 208, colonne de droite, alinéa 1 *</p>	1-12	H04L12/721 H04L12/28 H04L29/06
Y	<p>GUO Y X ET AL: "Hybrid 60 GHz and 2.4 GHz WLAN radio-over-fiber system for efficient broadband signal distribution", MICROWAVE CONFERENCE, 2008. APMC 2008. ASIA-PACIFIC, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 16 décembre 2008 (2008-12-16), pages 1-4, XP031636794, ISBN: 978-1-4244-2641-6 * le document en entier * *</p>	1-12	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>H04W B61L</p>
A	<p>Radwin: "RADWIN Rail &amp; Metro Solutions application brochure FIBERinMOTION TRAIN-TO-GROUND WIRELESS BROADBAND SOLUTION FOR RAIL AND METRO", 26 mars 2016 (2016-03-26), XP055341407, Extrait de l'Internet: URL:http://web.archive.org/web/20160326040818/http://www.radwin.com/contentManagment/uploadedFiles/Brochures/FiberinMotion-for-Rail-and-Metro.pdf [extrait le 2017-02-02] * page 2 *</p>	1-12	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 février 2017		Vercauteren, Steven	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement  
national

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

FA 826857  
FR 1653443

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		
A	YIQING ZHOU ET AL: "Broadband wireless communications on high speed trains", WIRELESS AND OPTICAL COMMUNICATIONS CONFERENCE (WOCC), 2011 20TH ANNUAL, IEEE, 15 avril 2011 (2011-04-15), pages 1-6, XP031944468, DOI: 10.1109/WOCC.2011.5872303 ISBN: 978-1-4577-0453-6 * figure 1(b) *  -----	1-12	
A	BART LANN00 ET AL: "Radio-over-fiber-based solution to provide broadband internet access to train passengers [Topics in Optical Communications]", IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, US, vol. 44, no. 2, 1 février 2007 (2007-02-01), pages 56-62, XP011168276, ISSN: 0163-6804 * figure 2 *  -----	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 février 2017		Vercauteren, Steven	
<p style="text-align: center;">CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> </div> </div>			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)