

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2014/053759 A1**

(43) Date de la publication internationale  
10 avril 2014 (10.04.2014) W I P O I P C T

- (51) Classification internationale des brevets :  
*H04B 5/00* (2006.01) *H01Q 13/20* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR20 13/052322
- (22) Date de dépôt international :  
30 septembre 2013 (30.09.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1259291 1 octobre 2012 (01.10.2012) FR
- (72) Inventeur; et
- (71) Déposant : DUCASSE, Jean-Claude [FR/FR]; 1 Haute Corniche, 29 Avenue des Jujubiers, F-11100 Narbonne Plage (FR).
- (74) Mandataires : WEBER, Jean-François et al; Cabinet Didier Martin, 50 Chemin des Verrières, F-69260 Charbonnières Les Bains (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

(54) Titre : MOBILE COMMUNICATION INSTALLATION, RADIATING CABLE OF SAID INSTALLATION, AND RELATED METHOD OF EXCHANGING DATA

(54) Titre : INSTALLATION DE COMMUNICATION MOBILE, CÂBLE RAYONNANT DE LADITE INSTALLATION, ET PROCÉDÉ D'ÉCHANGE DE DONNÉES AFFÉRENT

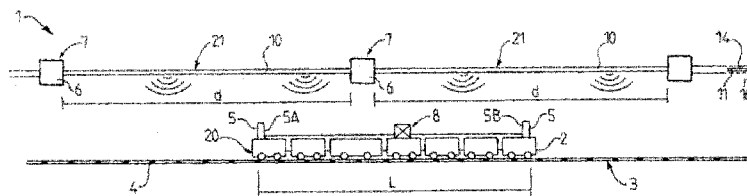


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to a mobile communication installation (1) comprising:- a mobile body (2) moving along a pathway (3), - a radiating cable (10) extending along said pathway (3), said radiating cable (10) comprising an electrical conductor (14) and being able to transmit and receive electromagnetic signals by way of said electrical conductor (14), said installation (1) being characterized in that said radiating cable (10) and said communication element (5) are at most a distance apart equal to twice the wavelength of said electromagnetic signal. Télécommunications.

(57) Abrégé : L'invention concerne une installation de communication mobile (1) comprenant : - un corps mobile (2) se déplaçant le long d'une voie (3), - un câble rayonnant (10) s'étendant le long de ladite voie (3), ledit câble rayonnant (10) comprenant un conducteur électrique (14) et pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques par l'intermédiaire dudit conducteur électrique (14), ladite installation (1) étant caractérisée en ce que ledit câble rayonnant (10) et ledit élément de communication (5) sont au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique. Télécommunications.



WO 2014/053759 A1

## **INSTALLATION DE COMMUNICATION MOBILE, CÂBLE RAYONNANT DE LADITE INSTALLATION, ET PROCÉDE D'ÉCHANGE DE DONNÉES AFFÉRENT**

### DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne le domaine des télécommunications et concerne plus particulièrement le domaine des équipements de télécommunication mobile.

La présente invention concerne plus précisément une installation de communication mobile comprenant :

- un corps mobile doté d'un élément de communication pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques, ledit corps mobile se déplaçant le long d'une voie,
- un câble rayonnant s'étendant le long de ladite voie, ledit câble rayonnant comprenant un conducteur électrique et pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques par l'intermédiaire dudit conducteur électrique le long de ladite voie,

ladite installation étant conçue pour échanger des données entre ledit câble rayonnant et ledit corps mobile par émission par ledit câble rayonnant ou par ledit élément de communication d'un signal électromagnétique codant lesdites données puis réception dudit signal électromagnétique par ledit élément de communication ou par ledit câble rayonnant.

La présente invention concerne également un câble rayonnant comprenant un conducteur électrique et conçu pour émettre et recevoir des signaux électromagnétiques à l'aide dudit conducteur électrique.

La présente invention concerne enfin un procédé d'échange de données entre un corps mobile doté d'un élément de communication et se déplaçant le long d'une voie et un câble rayonnant s'étendant le long de ladite voie, ledit procédé comportant une étape de codage des données en un signal électromagnétique.

## TECHNIQUE ANTERIEURE

Le développement des télécommunications a pour conséquence une demande toujours plus accrue de la part des utilisateurs d'une connexion permanente à un réseau permettant d'échanger des données, tels que l'Internet ou le réseau téléphonique. Cette connexion doit pouvoir donner accès à un débit de données relativement important, compte-tenu des usages actuels (visionnage de vidéos en flux continu, etc.). Il devient donc nécessaire de développer des solutions techniques pour répondre à cette exigence de connexion permanente et à haut débit. Certaines situations peuvent s'avérer complexe pour l'échange de données, comme lorsqu'on se déplace à grande vitesse (en train ou en métro par exemple). En effet, la transmission de données s'effectue habituellement à l'aide de signaux électromagnétiques codant les données et qui sont émis par des antennes disséminées sur la surface terrestre (communication non satellitaire). Recevoir en se déplaçant un signal émis d'un point fixe va engendrer des différences de fréquences entre le signal émis et le signal reçu : il s'agit de l'effet Doppler. Si ces différences sont trop importantes, il ne sera plus possible d'extraire les données codées dans le signal. Ce problème est d'autant plus présent que la vitesse de déplacement est importante. Ainsi, cette problématique affecte directement les moyens de transport terrestres rapides, tels les trains à grande vitesse. Par ailleurs, certains moyens de transport, comme les trains, s'avèrent être des objets imperméables à de nombreuses ondes électromagnétiques. Les structures métalliques ainsi que certaines vitres dont la surface est recouverte d'un dépôt métallique agissent comme un filtre ou un miroir à l'égard des ondes électromagnétiques. Il est donc nécessaire d'utiliser un niveau d'émission d'ondes électromagnétiques particulièrement important pour que la transmission du signal électromagnétique soit possible. Or, une telle intensité peut s'avérer dangereuse à proximité de l'antenne d'émission. Ces deux problèmes que sont l'effet Doppler et la difficulté de transmission des ondes électromagnétiques rendent l'utilisation du réseau de téléphonie mobile classique inefficace dans certaines situations. En effet, les bandes de fréquence employées induisent un décalage en fréquence, dû à l'effet Doppler, trop important pour pouvoir échanger des données à un débit important lors d'un déplacement à vitesse élevé, comme celui effectué par un train à grande vitesse.

Ces bandes de fréquence ne permettent pas non plus de traverser convenablement de nombreux matériaux, comme ceux formant les voitures des trains à grande vitesse.

Pour répondre à cette exigence d'accès à un débit de données important lorsqu'on se trouve en mouvement, il a été développé diverses solutions techniques différentes de celles reposant sur les réseaux classiques de téléphonie. L'une d'entre elles a été développée pour l'accès de données à haut débit dans les trains à grande vitesse. Cette technique utilise notamment une fibre optique disposée le long des rails. La communication entre la fibre optique et le train en mouvement a été rendue possible par la création de zones de fuite au sein de la fibre optique. Ces zones de fuite permettent à la lumière codant les données et transportée au sein de la fibre optique d'être en partie émise vers l'extérieur au niveau de ces zones de fuite, selon une direction orthogonale à la direction d'extension de la fibre. Ainsi, cette fibre optique permet de relier un point fixe à l'ensemble des points de la fibre où se situe une zone de fuite. De la lumière (codant d'autres données) peut également être reçue par des moyens de réception adaptés disposés au niveau de la fibre, ce qui permet de recevoir des données en différents points de la fibre. Le train circulant le long de cette fibre optique à zones de fuite doit bien entendu être équipé d'émetteurs et de récepteurs optiques pour pouvoir échanger des informations avec ladite fibre optique. Ainsi, à l'aide de ces différents équipements (fibre optique à zones de fuite, moyens de réception, émetteurs et récepteurs optiques), les passagers du train peuvent, du moins en théorie, profiter d'un débit important de données. Ce débit de données est ensuite partagé entre les différents utilisateurs à l'aide de moyens classiques du genre réseau Wifi par exemple.

Ce système présente néanmoins des inconvénients sérieux. Tout d'abord, la fabrication d'une fibre optique à zones de fuite est un procédé onéreux, ce qui implique que le développement d'une telle solution présente un coût de revient relativement élevé. De plus, les zones de fuite présentes au sein de la fibre optique entraînent une diminution de l'amplitude du signal au fil de son déplacement. Il est donc nécessaire d'ajouter périodiquement le long de la fibre des installations permettant d'amplifier le signal pour pouvoir le transporter sur une grande distance. Cela augmente fortement le coût d'une telle installation. Enfin, les émetteurs et récepteurs optiques nécessitent d'être relativement bien alignés pour pouvoir fonctionner avec la fibre optique, ce qui peut parfois créer des dysfonctionnements.

Par ailleurs, pour que la fibre optique puisse transporter un débit important de données, cette dernière transporte des informations codées à haute fréquence qui sont particulièrement sensibles à des décalages en fréquence dus à l'effet Doppler. Diminuer la fréquence s'avère en pratique impossible car cela limiterait le débit des données et rendrait ce dernier trop faible pour une application d'installation de communication mobile au sein d'un train. Par conséquent, ce système de communication à fibre optique n'est pas optimal et pourrait être amélioré à de nombreux égards.

## EXPOSE DE L'INVENTION

Les objets assignés à la présente invention visent en conséquence à remédier aux différents inconvénients énumérés précédemment et à proposer une nouvelle installation de communication mobile qui permet d'échanger des données avec un corps mobile à un débit important et dont le coût est modéré.

Un autre objet de l'invention vise à proposer une nouvelle installation de communication mobile fonctionnant avec un signal dont l'intensité est réduite.

Un autre objet de l'invention vise à proposer une nouvelle installation de communication mobile permettant d'échanger des données avec un corps mobile se déplaçant à vitesse élevée.

Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau câble rayonnant permettant une communication fiable et à haut débit avec un corps mobile.

Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau câble rayonnant pouvant échanger un débit important de données sur de longues distances et dont la mise en œuvre est aisée.

Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau procédé d'échange de données permettant de communiquer un débit important de données à un corps mobile.

Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau procédé d'échange de données sur de longues distances avec des pertes de signal réduites.

Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'une installation de communication mobile comprenant :

- un corps mobile doté d'un élément de communication pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques, ledit corps mobile se déplaçant le long d'une voie,
- un câble rayonnant s'étendant le long de ladite voie, ledit câble rayonnant comprenant un conducteur électrique et pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques par l'intermédiaire dudit conducteur électrique le long de ladite voie,

ladite installation étant conçue pour échanger des données entre ledit câble rayonnant et ledit corps mobile par émission par ledit câble rayonnant ou par ledit élément de communication d'un signal électromagnétique codant lesdites données puis réception dudit signal électromagnétique par ledit élément de communication ou par ledit câble rayonnant, ladite installation étant caractérisée en ce que ledit câble rayonnant et ledit élément de communication sont au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique, ladite installation incluant au moins une fibre optique destinée à transporter un signal optique codant lesdites données.

Les objets assignés à l'invention sont également atteints à l'aide d'un câble rayonnant comprenant un conducteur électrique et conçu pour émettre et recevoir des signaux électromagnétiques à l'aide dudit conducteur électrique, ledit câble rayonnant étant caractérisé en ce qu'il comprend d'une part au moins une fibre optique s'étendant le long dudit conducteur électrique et destinée à transporter un signal optique et d'autre part un câble d'alimentation électrique s'étendant le long dudit conducteur électrique et destiné à transporter du courant électrique permettant l'alimentation d'un ou plusieurs appareils, lesdits conducteur électrique, fibre optique et câble d'alimentation étant solidaires afin de former un ensemble unitaire.

Les objets assignés à l'invention sont enfin atteints à l'aide d'un procédé d'échange de données entre un corps mobile doté d'un élément de communication et se déplaçant le long d'une voie et un câble rayonnant s'étendant le long de ladite voie, ledit procédé comportant une étape de codage des données en un signal électromagnétique, et étant caractérisé en ce que ledit câble rayonnant ou ledit élément de communication émet le

long de ladite voie ledit signal électromagnétique qui est réceptionné par ledit élément de communication ou ledit câble rayonnant, ledit câble rayonnant et ledit élément de communication étant au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique, caractérisé en ce que, préalablement à ladite étape de codage des données en un signal électromagnétique, lesdites données sont codées en un signal optique, ledit procédé comprenant une étape de propagation dudit signal optique le long dudit câble rayonnant au moyen d'au moins une fibre optique.

## DESCRIPTIF SOMMAIRE DES DESSINS

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description ci-après, ainsi qu'à l'aide des dessins annexés, donnés à titre purement illustratif et non limitatif, dans lesquels :

- La figure 1 illustre, selon une vue schématique, un exemple ferroviaire d'installation de communication mobile selon l'invention.
- La figure 2 illustre, selon une vue schématique, un autre exemple ferroviaire d'installation de communication mobile selon l'invention.
- La figure 3 illustre, selon une vue schématique en coupe transversale, un exemple de câble rayonnant selon l'invention.
- La figure 4 illustre, selon une vue schématique, un exemple d'installation selon l'invention destiné au domaine ferroviaire, où le câble rayonnant est fixé directement sur les rails formant une voie de chemin de fer.
- La figure 5 illustre, selon une vue schématique en perspective, la voie de chemin de fer de la figure 4 équipé du câble rayonnant, le champ magnétique rayonné par ce dernier étant représenté par des cercles concentriques en pointillés.
- Les figures 6 à 10 illustrent enfin respectivement, de façon schématique, différents dispositifs formant antenne permettant de mettre en œuvre un couplage magnétique entre le câble rayonnant et l'élément de communication d'une installation de communication selon l'invention.

## MEILLEURE MANIERE DE REALISER L'INVENTION

Un exemple d'installation de communication mobile 1 est illustré de manière générale à la figure 1. Il s'agit d'une installation 1 destinée à une application ferroviaire. Cet exemple est présenté de manière illustrative et non limitative, l'installation 1 selon l'invention concernant tout domaine de transport ou de déplacement. Pour des questions de simplicité, la suite de la description sera centrée sur cet exemple qui constitue la réalisation préférentielle de l'invention.

L'installation de communication mobile 1 comprend un corps mobile 2 se déplaçant le long d'une voie 3. Ce corps mobile peut être un train 20, comme cela est représenté sur la figure 1, mais peut également être une voiture, un bus, une rame de métro, un tramway, une péniche ou tout autre corps mobile 2 se déplaçant le long d'une voie 3. La voie 3 forme un chemin prédéterminé, qui définit un trajet spécifique à suivre par le corps mobile 2. La voie 3 peut par exemple consister en une voie de chemin de fer avec des rails 4, ou en une route (autoroute en particulier), ou en une piste de décollage / atterrissage, ou encore en un canal (ou une voie fluviale). La voie 3 est définie comme le lieu le long duquel le corps mobile 2 est contraint de se déplacer. Le corps mobile 2 selon l'invention est doté d'un élément de communication 5 pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques. Au sens de l'invention, un signal électromagnétique est un signal présentant une fréquence principale et ayant une composante électrique et une composante magnétique. L'élément de communication 5 est de préférence adapté pour traiter (c'est à dire émettre et recevoir) un signal électromagnétique qui se présente sous la forme d'ondes radio dont la fréquence est avantageusement comprise entre 1 Mhz et 100 MHz, et de préférence entre 3 MHz et 30 MHz, un tel signal étant généralement désigné par l'appellation « *ondes courtes* ». Le recours à un signal à ondes courtes présente divers avantages qui ressortiront de ce qui suit. L'installation de communication 1 selon l'invention comprend également un câble rayonnant 10 s'étendant le long de ladite voie 3, ledit câble rayonnant 10 comprenant au moins un conducteur électrique 14 et pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques par l'intermédiaire dudit conducteur électrique 14 le long de ladite voie 3. Le câble rayonnant 10 permet au signal électromagnétique se propageant en son sein entre ses extrémités (au sein du conducteur électrique 14) d'être également rayonné le long du câble 10 (*Le.* le long du conducteur électrique 14), vers l'extérieur de



ce dernier. L'invention concerne également le câble rayonnant 10 en tant que tel. Ses spécificités techniques seront détaillées ultérieurement.

L'installation de communication mobile 1 selon l'invention est conçue pour échanger des données entre ledit câble rayonnant 10 et ledit corps mobile 2 par émission par ledit câble rayonnant ou par ledit élément de communication d'un signal électromagnétique codant lesdites données puis réception dudit signal électromagnétique par ledit élément de communication 5 ou par ledit câble rayonnant 10. Au sens de l'invention, « données » désigne toute entité qui contient de l'information, comme par exemple à titre illustratif et non limitatif, les données informatiques, les données de voix lors d'un échange téléphonique ou bien les données codant la télévision ou la radio. Le codage des données en un signal électromagnétique est particulièrement classique en télécommunication et peut revêtir diverses formes comme cela est bien connu en tant que tel. L'invention réside donc en particulier dans la capacité de chacun des deux éléments (câble rayonnant 10 et corps mobile 2) à recevoir un signal électromagnétique provenant de l'autre élément ainsi qu'à émettre un signal électromagnétique d'intensité suffisante pour être reçu par l'autre élément. Ainsi, des données, provenant par exemple du réseau internet, sont codées en un signal électromagnétique. Ce signal se propage le long du câble rayonnant 10 et est également rayonné au travers et le long du câble 10. Au niveau du corps mobile 2, le signal rayonné par le câble 10 est reçu par l'élément de communication 5. Les données peuvent alors passer du câble rayonnant 10 vers l'élément de communication 5. Des données peuvent également faire le chemin inverse. La communication avec le corps mobile fonctionne par le biais de cet échange de données. Le signal électromagnétique étant rayonné tout le long du câble 10, la communication avec le corps mobile 2 est possible sur l'ensemble de la voie 3. Le corps mobile 2 se déplace donc tout en étant capable de recevoir continûment le signal issu du câble rayonnant 10 et tout en étant continûment capable d'émettre un signal électromagnétique pouvant être reçu par le câble 10. Une fois reçu par ledit élément de communication 5, le signal électromagnétique est décodé pour fournir les données aux utilisateurs finaux. Ces utilisateurs finaux peuvent être des passagers ou des machines qui nécessitent l'accès à un réseau. Le système de répartition des données au sein du corps mobile 2 s'effectue avec des moyens classiques de communication, comme par exemple le déploiement d'un réseau Wifi ou d'un réseau Ethernet au sein du corps mobile 2.

Conformément à l'invention, le câble rayonnant 10 et ledit élément de communication 5 sont au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique et de façon encore plus préférentielle à une distance inférieure à la longueur d'onde du signal électromagnétique. Dans cette configuration, l'élément de communication 5 et le câble rayonnant 10 communiquent avec un signal électromagnétique reçu en champ proche. Le champ proche est le champ rayonné par un émetteur d'ondes électromagnétiques lorsqu'on est à proximité de ce dernier, ou plus précisément à une distance inférieure à deux fois la longueur d'onde du signal électromagnétique, et encore plus préférentiellement à la longueur d'onde du signal électromagnétique. En champ proche, le signal électromagnétique présente la particularité d'avoir une composante magnétique majoritaire par rapport à la composante électrique. Ainsi, l'élément de communication 5 comprend avantageusement un appareil de mesure du champ magnétique 6 dudit signal électromagnétique, afin de pouvoir décoder ledit signal électromagnétique pour en extraire lesdites données. Ledit appareil de mesure du champ magnétique 6 constitue ainsi un capteur / transmetteur magnétique conçu pour permettre un couplage magnétique entre le câble rayonnant 10 et l'élément de communication 5, lesdites données étant essentiellement, sinon intégralement, contenues dans la composante magnétique dudit signal électromagnétique. Plus précisément, l'installation 1 est conçue pour établir un couplage inductif (éventuellement résonnant) entre le câble rayonnant 10 (et plus précisément le conducteur électrique 14) et l'élément de communication 5 (et plus précisément le capteur / transmetteur magnétique 6). Ledit appareil de mesure du champ magnétique 6 (formant capteur transmetteur/ magnétique) est ainsi conçu pour capter la composante magnétique (et de préférence uniquement cette composante, à l'exclusion de la composante électrique) dudit signal électromagnétique et la traiter (ce qui suppose de la mesurer d'une façon ou d'une autre) pour la convertir en données. La caractéristique avantageuse selon laquelle le capteur / transmetteur magnétique 6 exploite uniquement la composante magnétique du signal électromagnétique rayonné permet en particulier de s'affranchir du champ radioélectrique et des champs électriques perturbateurs. Par conséquent, dans ce mode de réalisation préférentiel, la liaison entre le corps mobile 2 et le câble rayonnant 10 est majoritairement un couplage électromagnétique, et plus précisément consiste essentiellement, sinon exclusivement, en un couplage magnétique.

La plupart des télécommunications connues s'effectuent en champ lointain, ce qui correspond à une réception du signal électromagnétique à une distance supérieure à  $2D^2/\lambda$  de l'émetteur (où  $D$  représente la dimension caractéristique de l'émetteur et  $\lambda$  la longueur d'onde). La mesure (et même la simple captation) de la composante magnétique s'avère quasi inutile en champ lointain car la composante électrique est très majoritaire dans cette situation. Communiquer à l'aide d'ondes électromagnétiques en champ proche présente de nombreux avantages qui sont listés ci-après. La communication en champ proche ne nécessite pas d'émettre selon une puissance importante car le récepteur se trouve à proximité de l'émetteur. Ceci évite de créer à proximité de l'émetteur des zones d'émission électromagnétique forte qui peuvent s'avérer dangereuses. Par ailleurs, de nombreux appareils émettent des ondes électromagnétiques qui vont *in fine* interférer entre elles ce qui peut se révéler nuisible pour les télécommunications en générant un taux important d'erreurs dans le décodage des données. Le champ proche interfère de manière faible avec le champ extérieur présent. Travailler en champ proche permet donc de grandement diminuer ces interférences et ainsi s'assurer de la qualité des données transmises. L'utilisation du champ proche implique également que le système fonctionne avec des ondes dont la longueur d'onde est relativement importante pour éviter que l'élément de communication 5 et le câble rayonnant 10 ne doivent être trop proches. En effet, une trop grande proximité entre le câble 10 et l'élément de communication 5 peut s'avérer dangereuse et difficile à gérer lors du passage du train 20 par exemple. Ainsi, l'invention met de préférence en œuvre un signal électromagnétique dont la fréquence est comprise entre 100kHz et 1 GHz, ou plus préférentiellement entre 1 MHz et 100 MHz, ce qui correspond à une longueur d'onde comprise entre 3 et 300 mètres. Ce domaine de fréquence est celui des ondes courtes. Les ondes courtes se propagent très facilement dans l'atmosphère, ce qui peut poser notamment des problèmes d'interférences. En combinant cette utilisation des ondes courtes avec une mesure en champ proche, on évite cet écueil majeur sans que cela ne nécessite d'émettre une puissance très importante (qui de toute façon serait limitée par la réglementation). L'utilisation conjointe des ondes courtes et de rémission/réception en champ proche, à l'aide en particulier d'un appareil de mesure du champ magnétique 6 pour capter la composante magnétique du signal émis et la traiter pour en extraire des données, est une caractéristique originale de l'invention qui permet de répondre à la problématique de communication mobile à grande vitesse.

Par ailleurs, les ondes courtes présentent l'avantage de moins s'atténuer lors de leur propagation qu'un signal de plus haute fréquence. Avantageusement, le câble rayonnant 10, et plus précisément son conducteur électrique 14, présente, à la fréquence de 30 MHz, un affaiblissement linéique de l'ordre de seulement 5 dB/Km et un affaiblissement de couplage à 2 m non supérieur à une perte de couplage à 30MHz comprise entre 55 et 65 dB. De préférence, la résistance ohmique dudit conducteur électrique est de l'ordre de 1 Ohm/Km, afin de pouvoir transporter, outre ledit signal électromagnétique, un courant d'alimentation (par exemple un courant continu de tension égale à 48V) comme expliqué plus en détails ci-après. Les ondes courtes sont également moins sensibles à l'effet Doppler, car le décalage en fréquence dû à l'effet Doppler dépend de la fréquence du signal électromagnétique. Les ondes courtes étant par définition de fréquence élevée, elles constituent donc un support idéal pour transporter de l'information vers un corps mobile 2. De plus, les ondes courtes ne sont que très peu atténuées par la traversée de solides. Le câble 10 selon l'invention peut donc être au moins en partie enterré le long de ladite voie 3, car les ondes se propagent malgré la terre le recouvrant ce qui permet la connexion fonctionnelle à distance avec l'élément de communication 5. Cette caractéristique (enterrement du câble 10 sous la voie, ou agrafage du câble 10 aux rails 3A, 3B de la voie 3) peut éviter certaines pannes dues à la chute du câble 10 par exemple. Bien entendu, dans le cas où le câble 10 est disposé dans ou sous le plan de la voie 3 (en étant attaché aux rails 3A, 3B ou aux traverses 3C par exemple, si la voie 3 est une voie de chemin de fer comme illustré par exemple à la figure 5), l'élément de communication 5 sera alors avantageusement disposé sous le corps mobile 2 (qui est un train par exemple). Il est bien entendu tout à fait envisageable que le câble 10 soit installé en aérien, c'est-à-dire à une altitude supérieure à celle de la voie 3, par l'intermédiaire d'une infrastructure adaptée (poteaux ou autre), pour répondre aux exigences d'exploitation de certaines applications (tramways, bus, etc.). Avantageusement, et comme illustrée à la figure 5, la composante verticale (selon l'axe Z) du champ magnétique rayonné par le câble 10 est utilisée pour générer un signal dans le capteur / transmetteur magnétique 6, lequel sera avantageusement parallèle au plan horizontal X-Y. Les avantages de cette mise en œuvre d'un couplage magnétique en ondes courtes et VHF résident en particulier dans sa capacité à pénétrer dans les couches épaisses de matériaux divers, permettant par exemple un enfouissement en caniveaux ou sous la voie du câble rayonnant 10.

Bien que l'atténuation du signal électromagnétique lors de sa propagation le long du câble 10 soit minime, l'installation 1 inclut au moins une fibre optique 11 destinée à transporter un signal optique codant lesdites données, afin de transporter le signal sur des distances particulièrement importantes (par exemple supérieures à 10 km), ladite au moins une fibre optique 11 s'étendant avantageusement le long dudit conducteur électrique 14. Ainsi, le signal optique, en se propageant au sein et le long de la fibre optique 11, est transporté le long de la voie 3 entre un premier point et un deuxième point (distant par exemple de plusieurs kilomètres), ledit signal optique étant alors converti, au niveau dudit deuxième point, en un signal électromagnétique codant lesdites données, ledit signal électromagnétique étant alors lui-même injecté dans le câble rayonnant 10 pour être rayonné par ce dernier le long de la voie, selon un tronçon du câble 10. En d'autres termes, l'installation 1 est conçue pour convertir ledit signal optique codant lesdites données en ledit signal électromagnétique codant également lesdites données (en l'espèce au moyen par exemple d'un injecteur 7 comme cela sera décrit plus en détails dans ce qui suit). De préférence, ledit câble rayonnant 10 comprend ladite fibre optique 11, laquelle s'étend donc avantageusement le long du conducteur électrique 14 afin de transporter ledit signal optique codant lesdites données. Lesdits conducteur électrique 14 et fibre optique 11 sont de préférence solidaires afin de former un ensemble unitaire. De manière préférentielle, la fibre optique 11 est dans une position décentrée au sein du câble rayonnant 10. Bien entendu, l'installation inclut en pratique autant de fibres optiques qu'il est nécessaire, afin d'atteindre les performances requises (notamment sur le plan du débit). Par exemple, pour une voie 3 longue d'environ 500 Km, un nombre minimal de 14 paires de fibres est à prévoir (une paire permettant d'équiper environ 80 Km). En pratique, l'installation inclura donc avantageusement au moins une paire de fibres optiques. Le transport d'un signal optique par une fibre optique n'induit que des pertes minimales, classiquement inférieures à 0.15dB/km. On peut dès lors transporter, via la fibre optique 11, des données sur une très longue distance sans que cela ne nécessite de système particulier pour rehausser l'amplitude du signal. Par ailleurs, un signal optique peut transporter un débit de données particulièrement important, supérieur à celui que pourrait transporter le conducteur électrique 14. Il est dès lors avantageux de disposer d'un système pour transférer les données transportées par cette fibre optique 11 vers l'élément de communication 5.

Avantageusement, l'installation de communication mobile 1 comprend au moins un injecteur 7 permettant de convertir au moins une partie dudit signal optique en un signal électromagnétique qui est injecté dans ledit câble rayonnant 10 puis rayonné par ce dernier. L'injecteur 7 constitue ainsi en quelque sorte un moyen de couplage opto-électromagnétique qui assure la transformation dudit signal optique en un signal électromagnétique dont la composante magnétique code avantageusement lesdites données. Ainsi, le rayonnement du signal électromagnétique par le câble 10, et plus précisément par le conducteur électrique 14 de ce dernier, permet de communiquer à l'élément mobile 5 ladite composante magnétique, laquelle peut être alors convertie en un signal exploitable, de préférence par l'intermédiaire d'un couplage magnétique comme exposé précédemment. L'injecteur 7 est disposé le long de la voie 3 de façon à compenser les pertes induites par le transport du signal électromagnétique le long du câble rayonnant 10. Une partie des données codées de manière optique sont recodées en un signal électromagnétique au niveau de l'injecteur 7 pour être ensuite rayonnées par le câble rayonnant 10. L'injection permet ainsi d'introduire un niveau d'énergie suffisant pour permettre au câble 10 d'émettre à un niveau suffisant pour que le signal soit reçu par l'élément de communication 5. Le câble 10 selon l'invention permet non seulement d'émettre et de recevoir une onde électromagnétique le long de la voie 3 grâce à sa partie rayonnante, mais peut également transporter sur de très longues distances des données sans perte d'énergie significative grâce à la fibre optique 11 présente en son sein. Par ailleurs, l'injecteur 7 permet également de transférer une partie des données contenue dans le signal électromagnétique en un signal optique. Ces données correspondent aux données envoyées par l'utilisateur et à destination du réseau. En effet, pour qu'il puisse y avoir un échange de données entre l'extérieur et le corps mobile 2, il est nécessaire que l'élément de communication 5 puisse également émettre des ondes électromagnétiques vers ledit câble. Ce dernier est ensuite relié à un réseau extérieur, avantageusement à l'aide de la fibre optique 11. De préférence, l'installation de communication mobile 1 selon l'invention comprend plusieurs injecteurs 7 séparés mutuellement d'une distance  $d$ , la partie de ladite installation de communication 1 entre deux injecteurs 7 formant un tronçon 21. La distance  $d$  d'un tronçon 21 est avantageusement la distance maximale (appelée distance d'atténuation) à partir de laquelle le signal n'est plus émis par le câble rayonnant 10 avec assez d'intensité vers l'élément de communication 5 pour que ce dernier puisse le réceptionner de façon adéquate.

Il est donc nécessaire d'injecter de nouveau, à l'extrémité du tronçon 21, le signal à un niveau d'énergie supérieur au sein du câble rayonnant 10. Ainsi, l'injecteur 7 transfère une partie des données codées de manière optique en un signal électromagnétique présentant un niveau d'énergie suffisant pour qu'il puisse être rayonné sur l'ensemble du tronçon 21 suivant, c'est-à-dire sur toute la longueur  $\underline{d}$  dudit tronçon suivant. L'injecteur 7 joue donc, outre son rôle de convertisseur du signal optique en signal électromagnétique, un rôle d'amplification du signal. L'injecteur 7 forme ainsi un convertisseur-injecteur opto-magnétique. De manière alternative, les injecteurs 7 peuvent être séparés d'une distance égale à deux fois la longueur d'atténuation  $\underline{d}$ . Dans cette configuration, chaque injecteur 7 transfère, sous la forme d'un signal électromagnétique, les données codées de manière optique dans les deux branches auxquelles il est relié, en amont et en aval de la voie 3. Ce signal injecté sera atténué au bout d'une distance  $\underline{d}$ , mais l'injecteur 7 suivant aura permis au signal d'être injecté dans l'autre sens. Ainsi, tout au long de la voie 3, le signal est suffisamment rayonné. Le lieu où la puissance d'émission est minimale se situe, selon cette variante, vers le milieu du tronçon 21. Ainsi, l'installation de communication 1 est avantageusement formé d'une pluralité de tronçons de longueur  $\underline{d}$ , disposés les uns derrière les autres, en ligne, comme illustré. La fibre optique 11 présente au sein du câble rayonnant 10 peut transporter des données qui sont ensuite rayonnées sur plusieurs tronçons 21. En effet, la fibre optique 11 peut par exemple contenir un débit d'information dix fois supérieur à celui pouvant être rayonné par le câble 10. Cette valeur est donnée à titre illustratif et ne limite absolument pas la portée de l'invention à un type de fibre optique 11 particulier. Dans cette situation, seul un dixième des données contenues dans le signal optique est transféré au niveau de chaque injecteur 7 vers le câble 10 en un signal électromagnétique destiné à être rayonné. La fibre optique 11 transporte donc des données qui vont être rayonnées sur une longueur égale à dix fois la longueur  $\underline{d}$ . De plus, si on souhaite que l'installation de communication s'étende sur une distance supérieure à dix fois la longueur  $\underline{d}$ , il est nécessaire d'avoir une autre fibre optique 11 pour transporter des données pour les tronçons dix à vingt. Ainsi, le nombre de fibres optiques 11 dans le câble 10 dépend des débits de données possibles que Ton peut transporter dans la fibre 11, du débit que l'on peut rayonner avec le conducteur électrique 14 et aussi de la distance  $\underline{d}$  qui est elle-même fonction des caractéristiques d'atténuation du signal électromagnétique lors de sa propagation dans le conducteur électrique 14.

Les données transportées, sous forme d'un signal électromagnétique rayonné, dans chaque tronçon 21 du câble rayonnant 10 sont avantageusement différentes. Mais cela ne doit pas empêcher que l'échange de données soit continu entre le câble rayonnant 10 et l'élément de communication 5 lors d'un changement de tronçon. Préférentiellement, le corps mobile 2 comprend deux éléments de communication 5 séparés d'une distance  $L$  afin que ledit signal électromagnétique soit constamment émis et reçu lors d'un changement de tronçon 21. En effet, lorsque l'élément de communication 5 se trouve au niveau de l'injecteur 7, il reçoit un signal rayonné par la partie du câble 10 disposée en amont de l'injecteur 7 ainsi qu'un signal, avantageusement différent, rayonné par la partie de câble 10 disposée en aval de l'injecteur 7. Ces deux signaux peuvent être différents et le décodage de données peut alors se révéler complexe à mettre en œuvre. Pour s'affranchir de cela, on dispose sur le corps mobile 2 un deuxième élément de communication 5 éloigné d'une distance  $L$  du premier. Préférentiellement, cette distance est maximale compte-tenu des dimensions du corps mobile 2, avec par exemple un premier élément de communication 5A disposé à l'avant du corps mobile 2 et un second élément de communication 5B disposé à l'arrière. Cela permet au deuxième élément de communication 5B de recevoir un signal électromagnétique qui pourra être décodé sans erreur.

De préférence, l'installation de communication mobile 1 comprend un appareil de synchronisation 8 branchés auxdits deux éléments de communication 5A, 5B pour décoder ledit signal électromagnétique afin d'en extraire lesdites données. Cet appareil 8 tire partie du fait que nécessairement au moins l'un des deux éléments de communication 5A, 5B reçoit un signal aisément décodable, comme décrit précédemment. Avoir deux éléments de communication 5 permet également d'éviter d'éventuelles erreurs de décodage.

Par ailleurs, il peut être nécessaire de recourir à une source d'alimentation, notamment pour alimenter les injecteurs 7 qui transmettent de l'énergie au sein du câble 10 afin que le signal puisse être rayonné avec une intensité suffisante. Les injecteurs 7 doivent donc avoir accès à un réseau d'énergie. Avantageusement, le câble rayonnant 10 comprend un câble d'alimentation électrique 16 s'étendant le long dudit conducteur électrique 14 et destiné à transporter du courant électrique permettant l'alimentation



d'un ou plusieurs appareils, lesdits conducteur électrique 14 et câble d'alimentation 16 étant solidaires afin de former un ensemble unitaire. Avantageusement, l'installation est conçue pour que le conducteur électrique 14 (qui est en cuivre ou de préférence en aluminium) assure à la fois le transport du signal électromagnétique et le transport du courant électrique d'alimentation (qui est de préférence un courant continu avec une tension de 48V). Dans ce cas, le conducteur électrique 14 et le câble d'alimentation électrique 16 sont confondus. L'intégration, dans le câble rayonnant 10, d'un vecteur du courant d'alimentation, permet une mise en oeuvre facilitée de l'installation de communication 1 car il n'est pas nécessaire de relier chaque injecteur 7 au réseau classique d'énergie, et donc d'amener des câbles électriques pour les alimenter. Cela simplifie grandement l'installation 1. De préférence, le câble 10, et plus précisément le conducteur électrique 14 (ou le câble d'alimentation électrique 16, s'il est distinct dudit conducteur 14) transporte un courant électrique de 48 Volts, d'une intensité adaptée aux équipements actifs d'injection (injecteurs 7), à leur nombre et à la résistance ohmique du conducteur électrique 14 (ou du câble 16 s'il est distinct du conducteur 14). Avec un tel câble 10, les injecteurs 7 répartis sur une très longue distance peuvent tous être alimentés, malgré les pertes d'énergie dues à la propagation le long du câble 10.

Ainsi, l'installation 1 peut notamment permettre un raccordement des utilisateurs au réseau internet ou peut par exemple leur permettre de regarder la télévision numérique, codées le long du câble 10. L'installation 1 selon l'invention peut également permettre une localisation précise des trains, les données de localisations pouvant facilement être transportées jusqu'à un centre de gestion du trafic ferroviaire. Ceci garantit la sécurité du transport et permet de s'informer en temps réel du trafic, ce qui permet par exemple d'éviter une collision entre différents trains en cas de panne d'un train en pleine voie.

L'invention concerne également en tant que tel le câble rayonnant 10 mis en oeuvre dans l'installation 1 décrite dans ce qui précède. Un exemple d'un tel câble rayonnant 10 est illustré de manière générale à la figure 3. Il comprend un conducteur électrique 14 et est conçu pour émettre et recevoir des signaux électromagnétiques à l'aide dudit conducteur électrique 14. L'échange de données entre le câble rayonnant 10 et l'élément de communication 5 est donc possible grâce à la présence de ce conducteur. Avantageusement, le conducteur électrique 14 est entouré d'une gaine isolante perforée à intervalles réguliers de manière à laisser aisément passer le

rayonnement électromagnétique émis par ledit conducteur 14, ledit rayonnement électromagnétique étant produit par la propagation du signal électromagnétique le long dudit câble rayonnant 10. Ces perforations peuvent se présenter sous la forme de trous ou de fentes. La forme et la taille de ces perforations sont optimisées en fonction du signal électromagnétique à rayonner. De manière préférentielle, lesdits signaux électromagnétiques ont une fréquence inférieure à 1 GHz, ou plus préférentiellement inférieure à 100 MHz. Ainsi la conception du câble rayonnant 10 lui permet d'être particulièrement adapté à rémission/réception en ondes courtes. Avantageusement, le câble 10 comprend de l'aluminium. L'aluminium peut constituer tout ou partie des éléments conducteurs présents dans le câble rayonnant 10, notamment le conducteur 14. Ce matériau se révèle être particulièrement un bon conducteur pour les signaux utilisés et son coût de revient faible diminue le prix de revient du câble rayonnant 10 en comparaison des câbles classiquement fabriqués en cuivre. Le câble rayonnant 10 selon l'invention comprend au moins une fibre optique 11 s'étendant le long dudit conducteur 14 et destinée à transporter un signal optique. Elle assure la fonction de transport de données qui sont codées sous forme optique. Ce mode de transport présente l'avantage de faiblement atténuer le signal et donc de pouvoir transporter ce dernier sur de très grande distance sans nécessiter un apport supplémentaire d'énergie. Le câble rayonnant 10 selon l'invention comprend également un câble d'alimentation électrique 16 s'étendant le long dudit conducteur 14 et destiné à transporter du courant électrique permettant l'alimentation d'un ou plusieurs appareils. Avantageusement, le câble d'alimentation permet d'alimenter des systèmes luttant contre l'atténuation du signal transporté le long du câble rayonnant 10. Cela évite le déploiement de câbles électriques additionnels pour l'alimentation de ces appareils. De manière préférentielle, les injecteurs 7 tels que décrit précédemment sont alimentés en énergie à l'aide de ce câble d'alimentation 16, qui est avantageusement confondu avec le conducteur électrique 14. Lesdits conducteur électrique 14, fibre optique 11 et câble d'alimentation 16 sont solidaires afin de former un ensemble unitaire. Ainsi, les différentes fonctions, à savoir le rayonnement, le transport de données avec faible atténuation et le transport d'énergie électrique, sont regroupées dans un seul et même câble. Ceci facilite la mise en place de l'installation de communication selon l'invention tel que décrite précédemment.

Par exemple, le câble rayonnant 10 est formé d'un câble coaxial comprenant au moins trois couches concentriques dont la première couche est formée par un premier matériau conducteur situé au centre dudit câble rayonnant 10. La première couche est avantageusement formée par un conducteur central creux 12. Elle est entourée par une seconde couche formée d'un matériau isolant 13. De nombreux plastiques peuvent obtenir des propriétés d'isolation suffisantes, comme le polyéthylène par exemple. La troisième couche est elle-même entourée d'une troisième couche conductrice formant ledit conducteur électrique 14. Avantageusement, le câble rayonnant 10 est également pourvu d'une structure porteuse 15 en acier formé par exemple par un épais fil métallique qui soutient le poids du câble rayonnant 10. la structure porteuse 15 est rattachée à la couche externe du câble 10 afin de pouvoir être suspendue. Cela permet de facilement suspendre le câble sans risquer d'endommager sa partie rayonnante.

L'invention concerne enfin un procédé d'échange de données, ledit procédé étant avantageusement destiné à être mis en œuvre au moyen de l'installation de communication mobile 1 conforme à la description qui précède. L'ensemble de la description concernant l'installation 1 et son fonctionnement est donc également valable pour le présent procédé. Comme exposé précédemment, l'invention concerne un procédé d'échange de données entre un corps mobile 2 doté d'un élément de communication 5 et se déplaçant le long d'une voie 3 et un câble rayonnant 10 s'étendant le long de ladite voie 3. Le procédé comporte une étape de codage des données en un signal électromagnétique, comme cela est classiquement effectué dans le domaine de la télécommunication. Préalablement à ladite étape de codage des données en un signal électromagnétique, lesdites données sont codées en un signal optique, ledit procédé comprenant une étape de propagation dudit signal optique le long dudit câble rayonnant 10 au moyen d'au moins une fibre optique 11. En d'autres termes, préalablement au codage des données en un signal électromagnétique, lesdites données sont codées en un signal optique, ledit câble rayonnant 10 comprenant avantageusement ladite au moins une fibre optique 11 permettant audit signal optique de se propager le long dudit câble rayonnant 10. En effet, un signal optique peut être transporté au travers d'une fibre optique 11 avec une très faible atténuation sur des dizaines ou centaines de kilomètres. Le procédé comporte de préférence une étape d'injection dudit signal électromagnétique au cours de laquelle au moins une partie dudit signal optique est convertie en un signal électromagnétique qui

est injecté dans ledit câble rayonnant puis rayonné par ce dernier. De cette façon, on combine les avantages de la fibre optique 11 qui permet de transporter un haut débit de données sans atténuation et les avantages du câble rayonnant 10 qui permet d'émettre et de recevoir un signal électromagnétique tout le long du câble 10. Ainsi, le procédé inclut une étape de codage de données en un signal optique, suivie d'une étape de propagation (au sein d'une fibre optique) dudit signal optique entre un point de départ et un point d'arrivée, elle-même suivie d'une étape de codage des données en un signal électromagnétique, par conversion de tout ou partie dudit signal optique en ledit signal électromagnétique, de préférence de façon que lesdites données soient codées, de préférence exclusivement, par la composante magnétique dudit signal électromagnétique. Le procédé comprend alors une étape de rayonnement dudit signal électromagnétique par le câble rayonnant 10, puis la captation, par un capteur / transmetteur magnétique faisant partie de l'élément de communication 5, de la composante magnétique dudit signal électromagnétique, au moyen d'un couplage inductif. Enfin, le procédé comprend une étape de transformation de la composante magnétique ainsi captée en un signal de télécommunication exploitable par des utilisateurs ou des machines au sein du corps mobile 2. Ledit câble rayonnant 10 ou ledit élément de communication 5 émet le long de ladite voie 3 le signal électromagnétique qui est réceptionné par ledit élément de communication 5 ou ledit câble rayonnant 10, ledit câble rayonnant 10 et ledit élément de communication 5 étant au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique. Cet échange de données permet ainsi au corps mobile 2 de communiquer avec l'extérieur. Le câble 10 peut être connecté à tout type de réseau (téléphonie, Internet, télévision..). La distance entre l'élément de communication 5 et le câble 10 implique que la communication s'effectue en champ proche, tel que cela a été précédemment décrit. Le procédé comprend de préférence une étape durant laquelle on capte la composante magnétique dudit signal électromagnétique et on la traite (notamment par des mesures appropriées) pour décoder ledit signal électromagnétique afin d'en extraire lesdites données. Dans ce mode de réalisation préférentiel, la liaison de communication entre le câble 10 et le corps mobile 2 repose avantageusement sur un couplage magnétique. Le champ proche a effectivement pour caractéristique que la majorité de l'énergie du signal électromagnétique se retrouve sous forme magnétique. Avantageusement, ledit signal électromagnétique est réceptionné par au moins deux éléments de communication 5A, 5B séparés d'une distance  $\underline{L}$  afin d'obtenir une

réception de bonne qualité du signal électromagnétique provenant du câble 10. Cela présente également des avantages lors du passage à proximité des injecteurs 7 où le signal émis par le câble rayonnant 10 peut être difficile à décoder, comme cela a été expliqué précédemment. Le procédé selon l'invention comprend de préférence une étape durant laquelle on branche lesdits éléments de communication 5 à un appareil de synchronisation 8 pour décoder ledit signal électromagnétique afin d'en extraire lesdites données. Cet appareil 8 a donc la capacité de traiter simultanément les deux signaux électromagnétiques de manière à décoder de manière optimale les données codées dans ce signal.

L'installation de communication 1, le câble rayonnant 10 et le procédé selon l'invention représentent une solution optimale, facile et rapide à mettre en œuvre, pour la communication à haut débit entre un corps mobile 2 en mouvement et les réseaux classiques de communication. En définitive, l'invention repose, dans son mode de réalisation préférentiel, sur la mise en œuvre d'une communication en champ proche avec couplage opto-magnétique, dans laquelle :

- un signal (par exemple IP numérique ou radiofréquence analogique modulé en numérique) chemine au sein d'une fibre optique d'un premier point à un deuxième point;
- ce signal est converti en un signal radio ondes courtes et est injecté (grâce aux injecteurs 7) dans un conducteur électrique (conducteur 14) qui va rayonner ledit signal entre lesdits premier et deuxième points, au niveau desquels sont disposés les injecteurs 7;
- l'élément de communication 5 va capter et traiter la composante magnétique (grâce à une boucle magnétique couplée au rayonnement du conducteur électrique 14) dudit signal radio ondes courtes pour décoder les informations et données contenues dans ce dernier.

La variante des figures 4 et 5 va maintenant être décrite plus en détails. Dans cette variante, l'installation de communication mobile 1 est mise en œuvre dans un cadre ferroviaire, avec un train 20 circulant sur une voie ferrée 3. Le câble rayonnant 10 est en l'espèce un câble hybride incluant un conducteur électrique 14 rayonnant un signal

électromagnétique ainsi qu'au moins une fibre optique 11. Dans cet exemple de réalisation, le câble hybride 10 est fixé directement sur la voie 3, et plus précisément est attaché sur et à l'un des rails 3B constituant la voie ferrée. Le conducteur électrique 14 rayonne un champ magnétique qui se propage en l'espèce sous la forme d'ondes concentriques se déplaçant sensiblement perpendiculairement (c'est-à-dire dans le plan Y-Z) à la direction d'extension longitudinale X du câble 10. Les données sont en l'espèce transportées au format Ethernet par la ou les fibres optiques 11 dudit câble 10. Le conducteur 14 transporte l'énergie (par exemple un courant électrique de 48 Volts continu) nécessaire au fonctionnement des injecteurs 7 disposés à intervalles réguliers le long de la voie 3. Chaque injecteur 7 convertit le flux Ethernet convoyé par les fibres optiques 11 en un signal électromagnétique réinjecté dans les tronçons du conducteur électrique 14, afin que ce dernier rayonne ledit signal électromagnétique. Inversement, chaque injecteur 7 est avantageusement capable de convertir le signal électromagnétique en signal optique Ethernet, en vue de permettre une communication bidirectionnelle entre le train 20 et l'extérieur. Le train 20 embarque en l'occurrence un capteur / transmetteur magnétique 6 qui capte la composante magnétique du signal électromagnétique rayonné par le câble 10, via un couplage inductif, grâce à une antenne spécifique. Un équipement de traitement et de distribution 60, relié audit capteur / transmetteur magnétique 6, achemine ensuite les données en direction :

- d'un terminal 30 accessible par exemple au conducteur du train 20,
- et/ou des passagers du train via une liaison filaire 31 qui assure la distribution des données dans les wagons
- et/ou de dispositifs 32 permettant de convertir le signal en un signal radioélectrique (par exemple de longue portée).

L'antenne du capteur / transmetteur magnétique 6 peut être réalisée de diverses manières. Par exemple, selon un premier mode de réalisation préférentielle, l'antenne en question se présente sous la forme d'une boucle de couplage magnétique. De préférence, ladite boucle de couplage magnétique est une boucle aperiodique, avec balun et ferrites permettant l'annulation du lobe arrière.

Il est également envisageable, de façon alternative, de mettre en œuvre une antenne à champ EH avec deux cylindres (un cylindre supérieur et un cylindre inférieur) entre lesquels est interposé un bobinage de phasage.

Il est également possible de mettre en œuvre l'un ou l'autre des systèmes de couplage magnétique illustrés aux figures 6 à 10. Dans le cas de la figure 6, le dispositif de traitement du signal est connecté à une antenne se présentant sous la forme d'une tige en ferrite 40 autour duquel est enroulée une ligne bifilaire dont l'un des fils est lui-même raccordé à un câble en cuivre 41. Ledit câble en cuivre 41 peut être soit rectiligne, soit enroulé en spires de couplage, avec la bobine orientée pour réaliser un couplage maximum avec le champ magnétique rayonné par le câble 10. Par exemple, ledit câble en cuivre 41 peut présenter une longueur de plusieurs mètres, de préférence de l'ordre de 6 mètres, la distance de couplage D1 étant quant à elle avantageusement comprise entre 0,6 et 2 mètres. Dans la variante de la figure 8, le couplage magnétique est réalisé par mise en œuvre d'un balun et d'une antenne enroulée sur une tige de ferrite 40. Ladite antenne se présente là encore sous la forme d'un câble en cuivre 41, par exemple de 6 mètres de long, avec 50 spires de 40 mm de diamètre sur une longueur de 300 mm. La distance de couplage D1, qui correspond bien entendu à la distance séparant le câble rayonnant 10 de l'élément de communication 5, est là encore avantageusement comprise par exemple entre 0,6 et 2 mètres. Dans la variante de la figure 9, l'antenne de couplage magnétique est cette fois formée par un câble rayonnant de conception globalement similaire à celle du câble 10. Enfin, dans la variante de la figure 10, l'antenne de couplage magnétique est cette fois formée par un enroulement apériodique couplé au câble rayonnant 10. Bien entendu, l'invention n'est absolument pas limitée à un moyen de couplage magnétique spécifique. L'invention permet ainsi d'obtenir un grand nombre de fonctionnalités en matière de télécommunication qui sont utiles dans de nombreux secteurs d'activités. Par exemple, l'installation 1 selon l'invention peut notamment permettre à un exploitant de lignes ferroviaires :

- de pouvoir connaître précisément la position d'un train,
- de mettre en place un système de vidéo surveillance performant et bon marché, permettant par exemple au conducteur d'un train de constater en direct la situation de la voie plusieurs kilomètres en aval et ce au moyen d'un terminal 30 embarqué,

- d'assurer l'échange de nombreux paramètres de fonctionnement du train avec un terminal de contrôle,
- de collecter et transmettre des données de type : intrusion, déplacement, vol de câbles ou de matériels sur la voie, destruction, etc., et ce en temps réel,
- et bien entendu de permettre une transmission de données à débit élevé aux passagers, permettant à ces derniers de regarder la télévision, d'accéder au réseau Internet, etc.

Dans le secteur aérien, l'installation 1 selon l'invention peut permettre par exemple :

- de faire passer les avions circulant sur le tarmac en un mode de pilotage automatique (le ou les câble(s) rayonnant(s) 10 permettant alors le guidage de l'avion),
- aux passagers des avions circulant sur le tarmac de télécharger des films et d'accéder au réseau Internet en phases d'attente (embarquement, décollage, débarquement).

Dans le domaine de l'aéronautique militaire, l'installation 1 peut être par exemple mise en œuvre de façon à enfouir les câbles rayonnants 10 sous les pistes d'atterrissage et de décollage, en vue de permettre une communication sécurisée et durcie de données data IP à très haut débit, permettant aux avions de récupérer à très haut débit des données tactiques ou autres.

Dans le domaine routier, il est bien entendu envisageable d'enfouir les câbles rayonnants 10 sous les routes et autoroutes, de telle sorte que les véhicules (voitures particulières, camions, etc.) équipés de capteurs magnétiques puissent communiquer à très haut débit, échanger des données, des positions, réguler des vitesses, accéder à Internet, à un signal de télévision en haute définition, etc.

L'installation 1 selon l'invention peut également être utilisé dans le cadre d'installations routières permettant de transmettre à des véhicules de l'énergie électrique par induction magnétique, pour gérer la connexion, les abonnements, payer l'énergie consommée, etc.



Bien entendu, les différentes applications envisagées dans ce qui précède, sont données à titre purement illustratif et non limitatif, l'invention trouvant application dans une multitude de domaines et pour une multitude de services et de fonctions.

L'invention permet ainsi, grâce notamment à la mise en œuvre d'un câble hybride incorporant des fibres optiques (par exemple entre 2 et 48 fibres optiques) ainsi qu'un conducteur qui à la fois rayonne un signal électromagnétique et transporte un signal de puissance (par exemple 48 V), d'établir une télécommunication bidirectionnelle particulièrement fiable et performante entre un objet mobile et un point fixe.

#### POSSIBILITE D'APPLICATION INDUSTRIELLE

L'invention trouve notamment son application industrielle dans la conception, la fabrication et la mise en œuvre d'installations de communication mobile.

## REVENDEICATIONS

1 - Installation de communication mobile (1) comprenant :

- un corps mobile (2) doté d'un élément de communication (5) pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques, ledit corps mobile (2) se déplaçant le long d'une voie (3),
- un câble rayonnant (10) s'étendant le long de ladite voie (3), ledit câble rayonnant (10) comprenant un conducteur électrique (14) et pouvant émettre et recevoir des signaux électromagnétiques par l'intermédiaire dudit conducteur électrique (14) le long de ladite voie (3),

ladite installation (1) étant conçue pour échanger des données entre ledit câble rayonnant (10) et ledit corps mobile (2) par émission par ledit câble rayonnant (10) ou par ledit élément de communication (5) d'un signal électromagnétique codant lesdites données puis réception dudit signal électromagnétique par ledit élément de communication (5) ou par ledit câble rayonnant (10), ladite installation (1) étant caractérisée en ce que ledit câble rayonnant (10) et ledit élément de communication (5) sont au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique, ladite installation (1) incluant au moins une fibre optique (11) destinée à transporter un signal optique codant lesdites données.

- 2 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit élément de communication (5) comprend un appareil de mesure du champ magnétique (6) dudit signal électromagnétique, afin de pouvoir décoder ledit signal électromagnétique pour en extraire lesdites données.
- 3 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que la liaison de communication entre le câble (10) et le corps mobile (2) repose sur un couplage magnétique.
- 4 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que le signal électromagnétique est un signal radio ondes courtes, l'élément de communication (5) étant conçu pour capter et traiter la

composante magnétique du signal radio, pour décoder les informations et les données contenues dans ce dernier.

- 5 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'élément de communication (5) est conçu pour capter et traiter la composante magnétique grâce à une boucle magnétique couplée au rayonnement du conducteur électrique (14).
- 6 - Installation de communication mobile (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que lesdits conducteur électrique (14) et fibre optique (11) sont solidaires afin de former un ensemble unitaire.
- 7 - Installation de communication mobile (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que le câble rayonnant (10) comprend au moins une paire de fibres optiques (11).
- 8 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que le câble rayonnant (10) comprend un nombre minimal de 14 paires de fibres optiques (11).
- 9 - Installation de communication mobile (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un injecteur (7) relié audit câble rayonnant (10) et permettant de convertir au moins une partie dudit signal optique en un signal électromagnétique qui est injecté dans ledit câble rayonnant (10) puis rayonné par ce dernier.
- 10 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs injecteurs (7) séparés d'une distance (d), la partie de ladite installation de communication (1) entre deux injecteurs (7) formant un tronçon (21), ledit corps mobile (2) comprenant au moins deux éléments de communication (5) séparés d'une distance L afin que ledit signal électromagnétique soit constamment émis et reçu lors d'un changement de tronçon (21).

- 11 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce qu'il comprend un appareil de synchronisation (8) branchés auxdits deux éléments de communication (5) pour décoder ledit signal électromagnétique afin d'en extraire lesdites données.
- 12 - Installation de communication mobile (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que ledit câble rayonnant (10) comprend un câble d'alimentation électrique (16) s'étendant le long dudit conducteur électrique (14) et destiné à transporter du courant électrique permettant l'alimentation d'un ou plusieurs appareils, lesdits conducteur électrique (14) et câble d'alimentation (16) étant solidaires afin de former un ensemble unitaire.
- 13 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que le conducteur électrique (14) et le câble d'alimentation électrique (16) sont confondus.
- 14 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que la résistance ohmique dudit conducteur électrique (14) est de l'ordre de 1 Ohm/Km, afin de pouvoir transporter, outre ledit signal électromagnétique, un courant d'alimentation.
- 15 - Installation de communication mobile (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que ledit câble rayonnant (10) est au moins en partie enterré le long de ladite voie (3).
- 16 - Installation de communication mobile (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que ledit signal électromagnétique a une fréquence inférieure à 1 GHz.
- 17 - Installation de communication mobile (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que le signal électromagnétique se présente sous la forme d'ondes radio dont la fréquence est comprise entre 1Mhz et 100 MHz, et de préférence entre 3 MHz et 30 MHz.

- 18 - Câble rayonnant (10) comprenant un conducteur électrique (14) et conçu pour émettre et recevoir des signaux électromagnétiques à l'aide dudit conducteur électrique (14), ledit câble rayonnant (10) étant caractérisé en ce qu'il comprend d'une part au moins une fibre optique (11) s'étendant le long dudit conducteur électrique (14) et destinée à transporter un signal optique et d'autre part un câble d'alimentation électrique (16) s'étendant le long dudit conducteur électrique (14) et destiné à transporter du courant électrique permettant l'alimentation d'un ou plusieurs appareils, lesdits conducteur électrique(14), fibre optique (11) et câble d'alimentation (16) étant solidaires afin de former un ensemble unitaire.
- 19 - Câble rayonnant (10) selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il inclut au moins une paire de fibres optiques (11).
- 20 - Câble rayonnant (10) selon l'une des revendications 18 ou 19 caractérisé en ce qu'il comprend un nombre minimal de 14 paires de fibres optiques (11).
- 21 - Câble rayonnant (10) selon l'une des revendications 18 à 20 caractérisé en ce qu'il est formé d'un câble coaxial comprenant au moins trois couches concentriques dont la première couche est formée par un premier matériau conducteur (12) situé au centre dudit câble rayonnant (10), ladite première couche étant entourée par une seconde couche formée d'un matériau isolant (13), elle-même entourée d'une troisième couche formée par ledit conducteur électrique (14).
- 22 - Câble rayonnant (10) selon l'une des revendications 18 à 21 caractérisé en ce que ledit conducteur électrique (14) est perforé de manière à pouvoir rayonner le signal électromagnétique se propageant le long dudit câble rayonnant (10).
- 23 - Câble rayonnant (10) selon l'une des revendications 18 à 22 caractérisé en ce qu'il comprend de l'aluminium.
- 24 - Câble rayonnant (10) selon l'une des revendications 18 à 23 caractérisé en ce que lesdits signaux électromagnétiques ont une fréquence inférieure à 1 GHz.
- 25 - Câble rayonnant (10) selon l'une des revendications 18 à 24, caractérisé en ce que le conducteur électrique 14 et le câble d'alimentation électrique 16 sont confondus.

- 26 - Câble rayonnant (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la résistance ohmique dudit conducteur électrique (14) est de l'ordre de 1 Ohm/Km, afin de pouvoir transporter, outre ledit signal électromagnétique, un courant d'alimentation.
- 27 - Procédé d'échange de données entre un corps mobile doté d'un élément de communication (5) et se déplaçant le long d'une voie et un câble rayonnant (10) s'étendant le long de ladite voie (3), ledit procédé comportant une étape de codage des données en un signal électromagnétique, et étant caractérisé en ce que ledit câble rayonnant (10) ou ledit élément de communication (5) émet le long de ladite voie (3) ledit signal électromagnétique qui est réceptionné par ledit élément de communication (5) ou ledit câble rayonnant (10), ledit câble rayonnant (10) et ledit élément de communication (5) étant au plus éloignés d'une distance égale au double de la longueur d'onde dudit signal électromagnétique, caractérisé en ce que, préalablement à ladite étape de codage des données en un signal électromagnétique, lesdites données sont codées en un signal optique, ledit procédé comprenant une étape de propagation dudit signal optique le long dudit câble rayonnant (10) au moyen d'au moins une fibre optique (11).
- 28 - Procédé d'échange de données selon la revendication précédente caractérisé en ce que le câble rayonnant (10) comprend au moins une paire de fibres optiques (11).
- 29 - Procédé d'échange de données selon la revendication précédente caractérisé en ce que le câble rayonnant (10) comprend un nombre minimal de 14 paires de fibres optiques (11).
- 30 - Procédé d'échange de données selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'injection dudit signal électromagnétique au cours de laquelle au moins une partie dudit signal optique est convertie en un signal électromagnétique qui est injecté dans ledit câble rayonnant (10) puis rayonné par ce dernier.

- 31 - Procédé d'échange de données selon l'une des revendications 27 à 30 caractérisé en ce que ledit signal électromagnétique est réceptionné par au moins deux éléments de communication (5) séparés d'une distance (L).
- 32 - Procédé d'échange de données selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'on branche lesdits éléments de communication à un appareil de synchronisation (8) pour décoder ledit signal électromagnétique afin d'en extraire lesdites données.
- 33 - Procédé d'échange de données selon l'une des revendications 27 à 32 caractérisé en ce qu'on capte la composante magnétique dudit signal électromagnétique et on la traite pour décoder ledit signal électromagnétique afin d'en extraire lesdites données.
- 34 - Procédé d'échange de données selon l'une des revendications 27 à 33 caractérisé en ce que ledit signal électromagnétique a une fréquence inférieure à 1 GHz.
- 35 - Procédé d'échange de données selon la revendication précédente caractérisé en ce que le signal électromagnétique se présente sous la forme d'ondes radio dont la fréquence est comprise entre 1Mhz et 100 MHz, et de préférence entre 3 MHz et 30 MHz.
- 36 - Procédé d'échange de données selon l'une des revendications 27 à 35 caractérisé en ce que le câble rayonnant (10) comprend un conducteur électrique (14) qui assure à la fois le transport du signal électromagnétique et le transport d'un courant électrique d'alimentation permettant l'alimentation d'un ou plusieurs appareils.

37 - Procédé d'échange de données selon la revendication 33 caractérisé en ce qu'il met œuvre une communication en champ proche avec couplage opto-magnétique, dans laquelle :

- un signal chemine au sein de la fibre optique (11) d'un premier point à un deuxième point;
- le signal est converti en un signal radio ondes courtes formant ledit signal électromagnétique et est injecté grâce à des injecteurs (7) dans un conducteur électrique (14) qui va rayonner ledit signal radio ondes courtes entre lesdits premier et deuxième points, au niveau desquels sont disposés les injecteurs (7)
- l'élément de communication (5) va capter et traiter la composante magnétique dudit signal radio ondes courtes pour décoder les informations et données contenues dans ce dernier.

38 - Procédé d'échange de données selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'élément de communication (5) va capter et traiter la composante magnétique grâce à une boucle magnétique couplée au rayonnement du conducteur électrique (14).



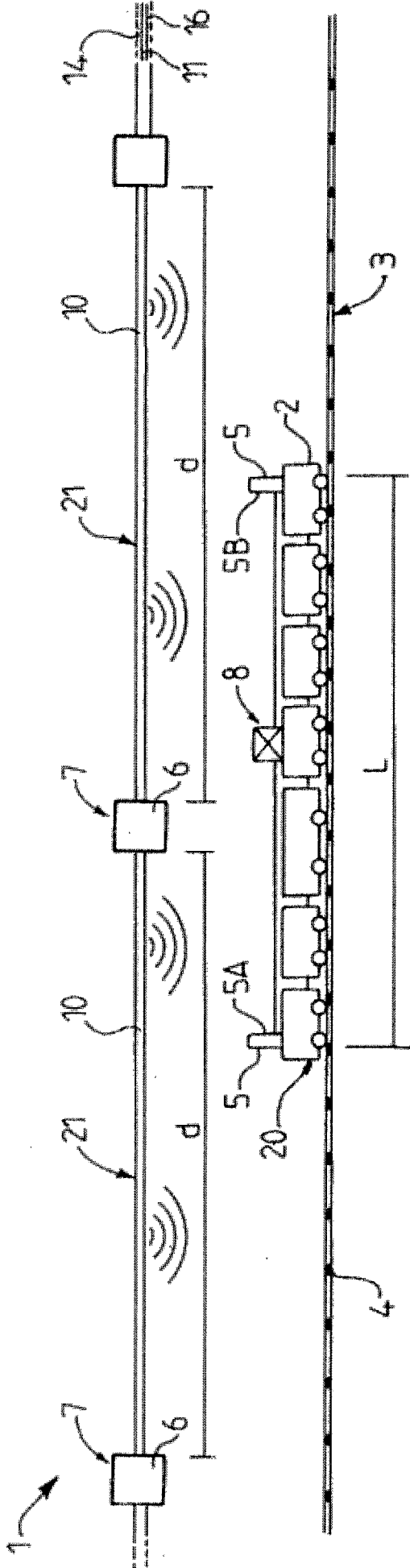


FIG. 1

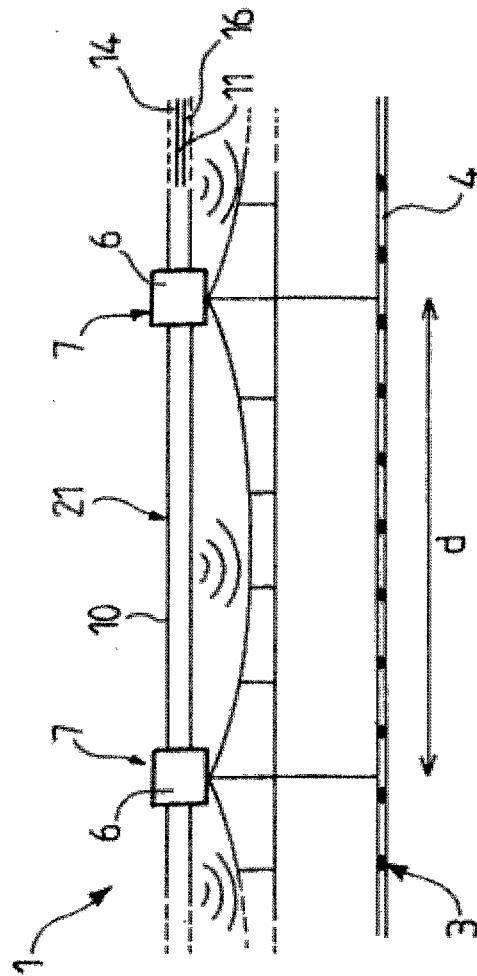


FIG. 2

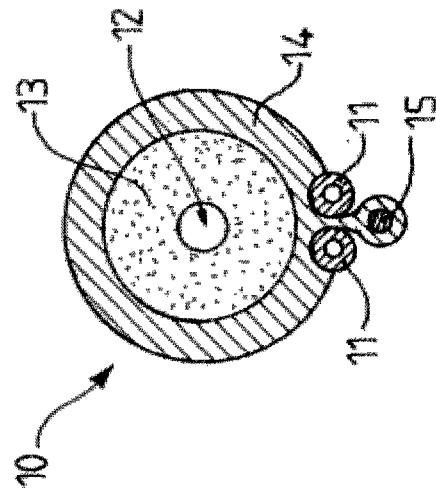


FIG. 3

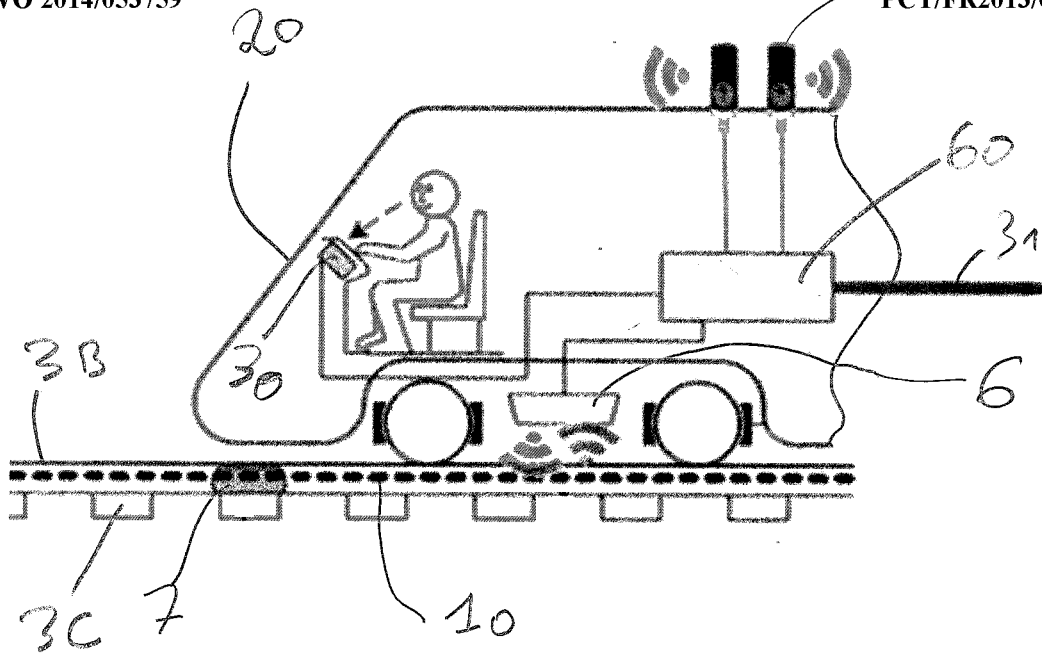


FIG 4

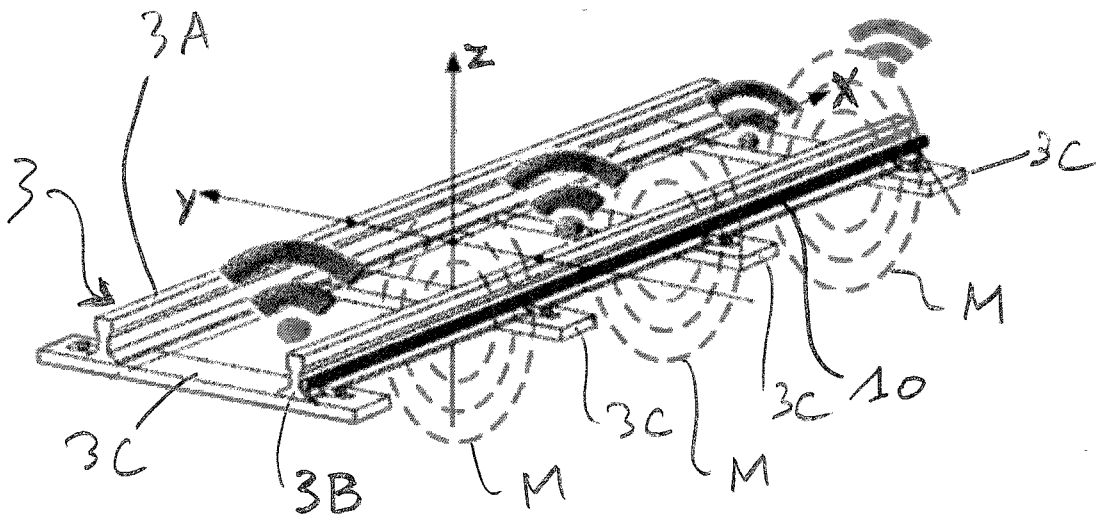


FIG 5

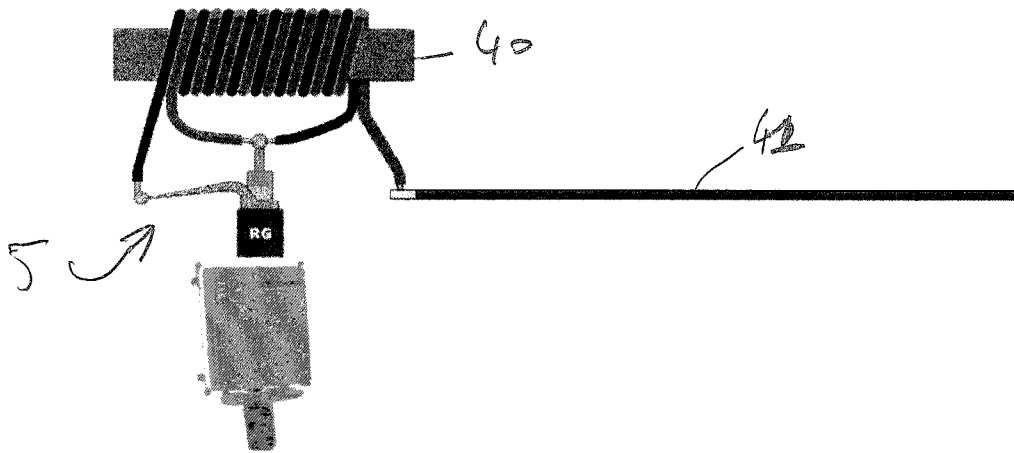


FIG 6

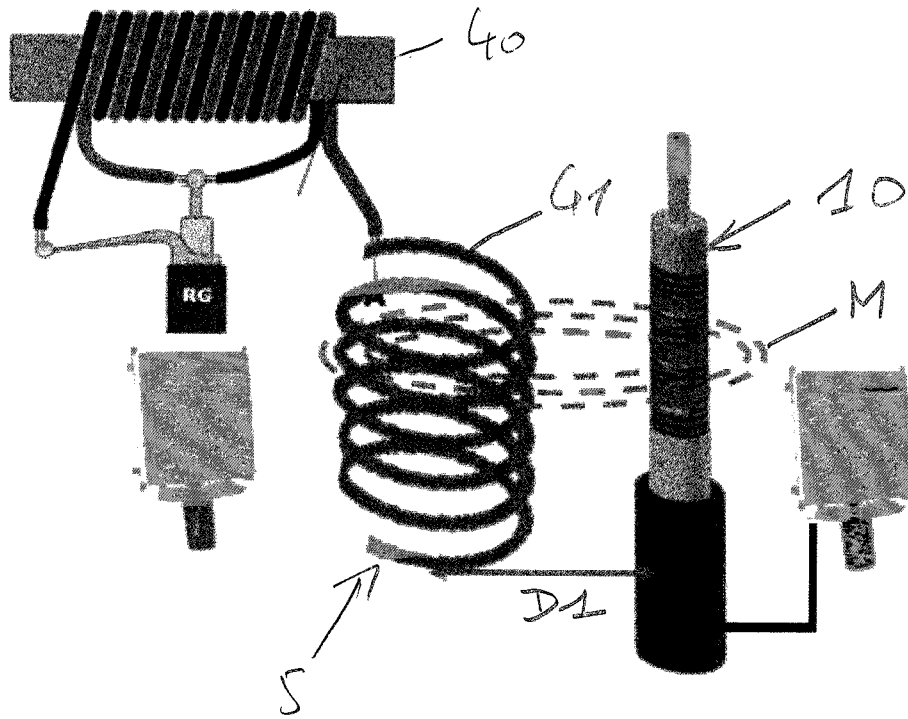


FIG 7

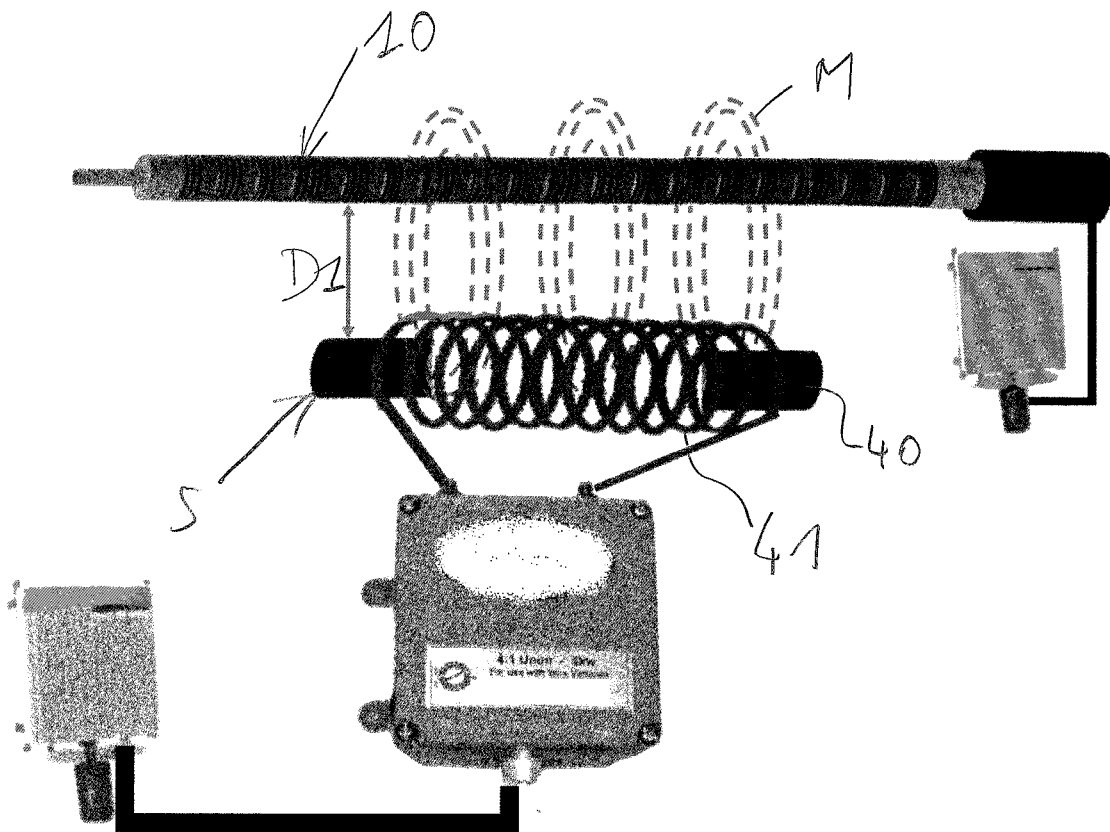


FIG 8

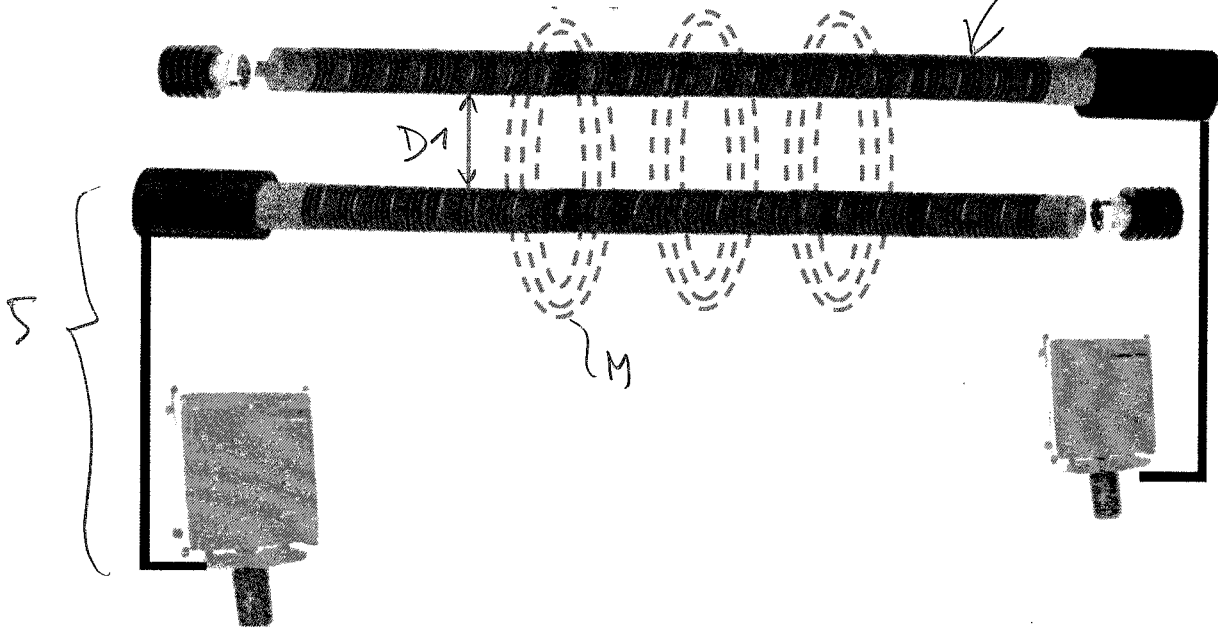


FIG 9

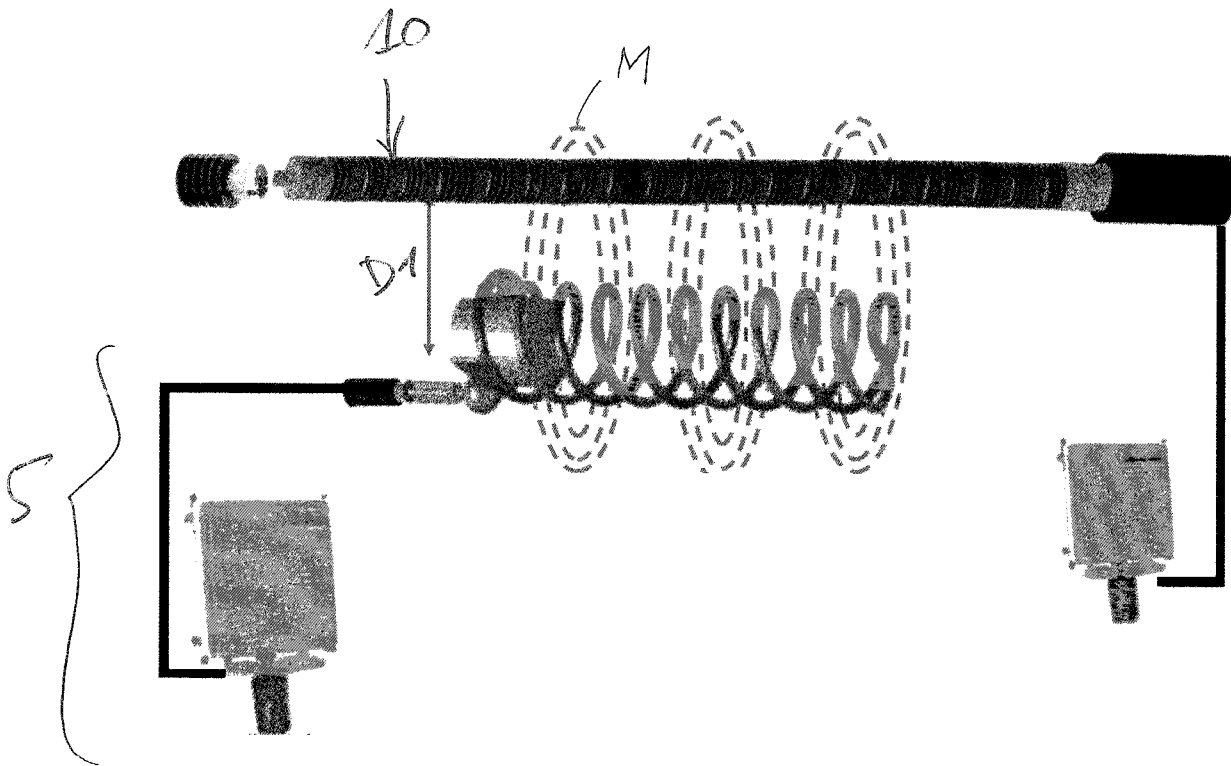


FIG 10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2013/052322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. H04B5/00 H01Q13/20  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) onto both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
 Minimum documentation searched (classification System followed by classification symbols)  
 H04B H04L H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal , INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 998 403 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR] ; INRETS [FR] ) 3 December 2008 (2008-12-03)  paragraph [0010] ; figure 3 -----	1-10, 12-17 , 27-31 , 33-36
Y	DE 195 03 744 A1 (ALCATEL KABEL AG [DE] ) 8 August 1996 (1996-08-08)  col umn 1 - col umn 3; figure 2 -----	1-10, 12-17 , 27-31 , 33-36
A	US 6 091 372 A (DI ENES GEZA [US] ) 18 July 2000 (2000-07-18) figure 1  -----  -/- .	1, 18,27

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Spécial catégories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  7 January 2014	Date of mailing of the international search report  30/01/2014
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Bri chau, Gert
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2013/052322

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 467 420 A (ROHRMANN PETER [DE] ET AL) 14 November 1995 (1995-11-14)	18-20,22
A	col umn 1 - col umn 3; figures 1,2 -----	21,23-26
A	US 2 934 637 A (WILCOX CLINTON S) 26 April 1960 (1960-04-26) col umn 1 -----	1, 18,27

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2013/052322
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1998403	AI	03-12-2008	AT 508492 T 15-05-2011
			CN 101373860 A 25-02-2009
			EP 1998403 AI 03-12-2008
			ES 2366345 T3 19-10-2011
			FR 2916908 AI 05-12-2008
			SG 148136 AI 31-12-2008
-----			
DE 19503744	AI	08-08-1996	AU 694828 B2 30-07-1998
			AU 4205796 A 15-08-1996
			DE 19503744 AI 08-08-1996
			NZ 280836 A 24-03-1997
-----			
US 6091372	A	18-07-2000	BR 9802292 A 03-11-1999
			CA 2239642 AI 26-12-1998
			CN 1211832 A 24-03-1999
			DE 19828605 AI 07-01-1999
			GB 2328083 A 10-02-1999
			US 6091372 A 18-07-2000
-----			
us 5467420	A	14-11-1995	AT 183330 T 15-08-1999
			AU 672479 B2 03-10-1996
			AU 5920794 A 13-10-1994
			EP 0620565 A2 19-10-1994
			EP 0775925 A2 28-05-1997
			NO 941277 A 11-10-1994
			US 5467420 A 14-11-1995
-----			
US 2934637	A	26-04-1960	NONE
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052322

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE                  INV. H04B5/00 H01Q13/20                  ADD..</p>				
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>				
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>				
<p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)                  H04B H04L H01Q</p>				
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>				
<p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)                  EPO-Internal , INSPEC</p>				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
Y	EP 1 998 403 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR] ; INRETS [FR] ) 3 décembre 2008 (2008-12-03)  a linéa [0010] ; figure 3 -----	1-10, 12-17, 27-31, 33-36		
Y	DE 195 03 744 A1 (ALCATEL KABEL AG [DE]) 8 août 1996 (1996-08-08)  colonne 1 - colonne 3 ; figure 2 -----	1-10, 12-17, 27-31, 33-36		
A	US 6 091 372 A (DIENES GEZA [US]) 18 juillet 2000 (2000-07-18) figure 1 ----- -/- .	1,18,27		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span></p>				
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>	<p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>	<p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>			
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p> <p style="text-align: center;">7 janvier 2014</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">30/01/2014</p>		
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2                  NL - 2280 HV Rijswijk                  Tel. (+31-70) 340-2040,                  Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p style="text-align: center;">Brichau, Gert</p>		



C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'Indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 467 420 A (ROHRMANN PETER [DE] ET AL) 14 novembre 1995 (1995-11-14)	18-20,22
A	col onne 1 - col onne 3; figures 1,2 -----	21,23-26
A	US 2 934 637 A (WILCOX CLINTON S) 26 avril 1960 (1960-04-26) col onne 1 -----	1, 18,27

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052322

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1998403	AI	03-12-2008	AT 508492 T 15-05-2011
			CN 101373860 A 25-02-2009
			EP 1998403 AI 03-12-2008
			ES 2366345 T3 19-10-2011
			FR 2916908 AI 05-12-2008
			SG 148136 AI 31-12-2008
-----			
DE 19503744	AI	08-08-1996	AU 694828 B2 30-07-1998
			AU 4205796 A 15-08-1996
			DE 19503744 AI 08-08-1996
			NZ 280836 A 24-03-1997
-----			
US 6091372	A	18-07-2000	BR 9802292 A 03-11-1999
			CA 2239642 AI 26-12-1998
			CN 1211832 A 24-03-1999
			DE 19828605 AI 07-01-1999
			GB 2328083 A 10-02-1999
			US 6091372 A 18-07-2000
-----			
us 5467420	A	14-11-1995	AT 183330 T 15-08-1999
			AU 672479 B2 03-10-1996
			AU 5920794 A 13-10-1994
			EP 0620565 A2 19-10-1994
			EP 0775925 A2 28-05-1997
			NO 941277 A 11-10-1994
			US 5467420 A 14-11-1995
-----			
US 2934637	A	26-04-1960	AUCUN
-----			