

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 486 931 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

15.12.2004 Bulletin 2004/51

(51) Int Cl.7: **G08G 1/0967**, G08G 1/09

(21) Numéro de dépôt: **04291488.7**

(22) Date de dépôt: **14.06.2004**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

Etats d'extension désignés:

AL HR LT LV MK

(30) Priorité: **12.06.2003 FR 0307093**

(71) Demandeurs:

- **Navecom**
91430 Igny (FR)
- **Livic**
78000 Versailles-Satory (FR)
- **S.T.I.C**
92357 Le Plessis-Robinson (FR)

(72) Inventeurs:

- **Robin-Jouan, Yves**
91430 Igny (FR)
- **Blosseville, Jean-Marc**
92140 Clamart (FR)
- **Le Marc, Guy**
92350 Le Plessis-Robinson (FR)

(74) Mandataire: **Breesé, Pierre**

BREESE - MAJEROWICZ,
3, avenue de l'Opéra
75001 Paris (FR)

(54) **Communications d'alerte généralisées entre des véhicules circulant sur route et un éventuel réseau d'information routier**

(57) La présente invention concerne un système de diffusion de messages ciblés sur un réseau routier équipé de bornes d'émission radiofréquence destinées à la radiodiffusion par exemple d'un programme FM dédié,

caractérisé en ce que lesdites bornes comprennent un récepteur additionnel apte à recevoir des messages d'alerte provenant d'émetteurs complémentaires équipant certains véhicules au moins.

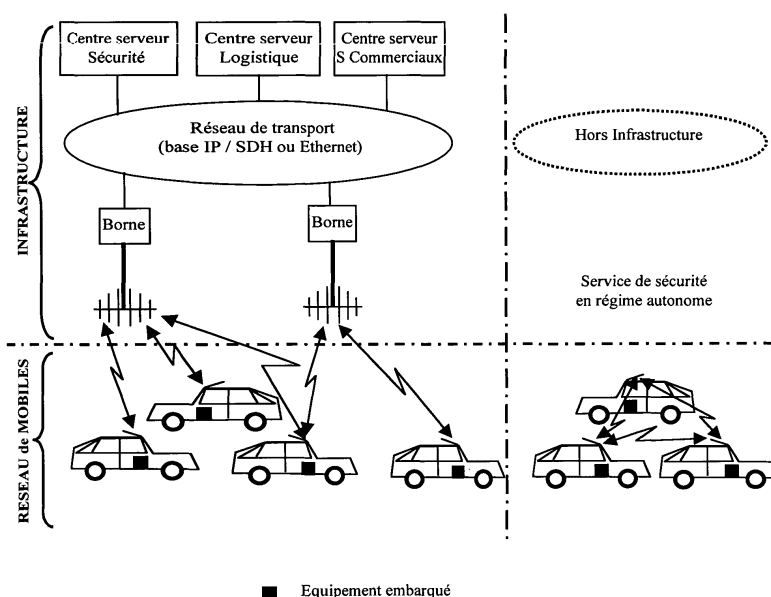


Figure 1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine général de la diffusion de messages d'alerte et de sécurité sur un axe routier, à destination et/ou en provenance des véhicules circulant sur ledit axe.

[0002] On connaît dans l'état de la technique différentes solutions pour la diffusion de messages d'alerte ou de sécurité en général.

[0003] A titre d'exemple, le brevet US4764978 décrit un système de transmission d'informations émises par des véhicules d'urgence, à destination des véhicules circulant sur le réseau routier. Ces messages sont diffusés sur les fréquences AM et FM de façon à être reçues sur l'autoradio des véhicules.

[0004] Le brevet français FR2718404 décrit un procédé et un dispositif pour transmettre, d'un véhicule routier à un autre et par des moyens radioélectriques, des informations concernant la sécurité routière. Ce procédé permet à un véhicule d'une part d'envoyer, grâce à un émetteur radioélectrique de faible puissance des informations aux autres véhicules se trouvant dans un rayon de quelques hectomètres, et d'autre part de recevoir automatiquement les informations émises par d'autres véhicules, et d'activer un système d'alerte permettant au conducteur d'interpréter facilement les informations et de connaître la nature du danger qu'il va rencontrer (système sonore ou optique). Le dispositif permet ainsi de prévenir les conducteurs arrivant dans une zone potentiellement dangereuse, et donc de les inciter à ralentir afin d'éviter les accidents en chaîne dus à la surprise et à la vitesse.

[0005] Cette solution n'est efficace que si un pourcentage suffisant de véhicules est équipé des équipements considérés.

[0006] Un autre brevet américain US4403208 décrit un système de transmission d'alarme ou de signaux d'alerte entre deux véhicules par transmission d'un signal radiofréquence à portée limitée.

[0007] Le brevet européen EP0817151 décrit un procédé pour avertir individuellement des incidents de la circulation au moyen d'un dispositif embarqué et d'un dispositif stationnaire à l'aide d'une émission de type radiodiffusion de messages d'incident avec sélection locale basée sur des messages d'incident primaires (M1). Dans le dispositif stationnaire, pour chaque message d'incident primaire (M1) entré, les coordonnées de l'incident sont déterminées. Des messages d'incident secondaires (M2) qui contiennent au moins les coordonnées (CA) de l'incident pour une sélection locale, sont émis aux alentours de l'incident.

[0008] Chaque dispositif récepteur qui reçoit un message d'incident secondaire (M2) dérive à partir des coordonnées (CA) de l'incident reçues et des coordonnées propres (C1, C2, C3) ainsi qu'à partir de leurs modifications déterminées une décision concernant le rapprochement ou le non-rapprochement du véhicule de cet incident, et en cas de rapprochement de l'incident, dé-

livre un message (A).

[0009] Le brevet français FR2629404 propose une installation d'avertisseur d'accidents pour automobile qui comprend un moyen pour créer un signal de déclenchement d'alarme, moyen qui peut être réalisé par un capteur de chocs ou par un interrupteur manuel, un moyen d'émission d'alarme par des ondes électromagnétiques ou ultrasonores, un moyen de réception des signaux d'alarme et un moyen d'avertissement. Lors d'un accident, le capteur de chocs produit un signal qui déclenche l'émission d'une alarme par exemple, au moyen d'une antenne positionnée sur la voiture. Toutes autres automobiles, dans la limite d'une distance maximale, munies d'une installation d'avertissement compatible reçoivent ces signaux d'alarme actionnant un moyen d'avertissement dans ces automobiles.

[0010] Le brevet français 9614682 présente une réalisation efficace de communication d'urgence entre véhicules, utilisant une seule fréquence et un partage du temps en cycles récurrents, fixant la période d'échantillonnage. Chaque cycle est divisé en tranches, le nombre de tranches déterminant la capacité instantanée du système (sans collision). Une fonction de relayage automatique mais sélectif est proposée pour étendre la portée en multi-bonds, de cycle en cycle. La synchronisation d'ensemble est assurée sur un mode statistique, qui permet de s'affranchir de la topologie et de toute horloge de référence.

[0011] Le brevet français FR2831760 décrit un dispositif à partage de temps similaire, adossé complètement à une infrastructure de points d'accès fixes, qui pilotent et orchestrent les échanges entre les véhicules et l'infrastructure. Des fonctions de relayage sont assurées pour contourner les effets de masques entre véhicules. Pour s'interfacer avec les serveurs en infrastructure, le système intègre les protocoles du monde Internet, tant pour les services de sécurité (conduite automatique ou assistance) que pour des services de logistique ou de confort.

[0012] Comme dans les solutions précédentes, il est nécessaire que les véhicules et éventuellement l'infrastructure de bord de voie soient tous dotés d'équipements spécifiques pour permettre l'exploitation d'un tel système.

[0013] Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant une solution fiable, permettant de diffuser une alerte de manière efficace même lorsqu'un nombre réduit seulement de véhicules est muni d'un équipement spécifique, et dont les coûts d'équipement ou de rééquipement d'infrastructure sont modérés.

[0014] La présente invention se rapporte à un réseau de communication sans fil déployé le long d'une voie de circulation routière et aux dispositifs émetteurs et récepteurs implantés en bord de voie et embarqués dans les véhicules pour assurer le transfert des données correspondantes. Le transfert est acheminé automatiquement suivant plusieurs maillons éventuels, en cascade ou en

parallèle, de type véhicule à véhicule, véhicule à infrastructure et infrastructure à véhicule.

[0015] Plus précisément, l'invention s'applique aux autoroutes, aux boulevards périphériques, aux voies rapides et aux grandes routes, dans un triple but :

- le support de la sécurité, en priorité majeure,
- l'aide à la gestion et au contrôle, en priorité intermédiaire,
- l'amélioration du confort des usagers, en priorité mineure.

[0016] Hors couverture d'une infrastructure, par exemple sur les routes secondaires, l'invention permet le support d'un minimum de fonctions de sécurité, au moyen des seules communications véhicule à véhicule. La transition sous et hors infrastructure s'effectue sans discontinuité.

[0017] Il s'agit d'assurer les services suivants, en respectant leurs exigences inhérentes de disponibilité, de foisonnement et de délivrance en temps réel, tout en les hiérarchisant :

- communications d'Alerte, d'avertissement et d'information liés à des incidents survenant dans le trafic en aval, à plus ou moins courte distance,
- diffusion de consignes et collecte d'informations depuis et vers les centres de contrôle et les postes de Sécurité,
- communications liées à la logistique du concessionnaire ou du gestionnaire de la voie de circulation,
- consultations interactives de serveurs locaux ou régionaux concernant l'environnement (météo, tourisme, facilités diverses),
- consultations interactives de serveurs proches ou distants à vocation générale (toile INTERNET), opérés ou non, gratuits ou payants.

[0018] Dans le domaine des télécommunications, on connaît de nombreuses technologies de réseaux sans fil, notamment :

- les réseaux cellulaires ;
- les réseaux locaux sans fil ;
- les réseaux de radiodiffusion isofréquence dédiée au trafic routier, avec support d'une messagerie spécialisée (RDS-TMC) ;
- les communications latérales de voisinage, de type DSRC Européen ou boucles magnétiques (BOCOM) ;
- les communications véhicule-véhicule à courte distance, avec relaying (MANET, MTNET) ou sans relaying (VIGILANT, IVHW) ;
- les réseaux de communication sol-train pour le commande-contrôle sécuritaire en continu avec éventuellement le support de flux vidéo (SOFRA-NET).

[0019] Les réseaux de radiodiffusion isofréquence dédiés aux autoroutes sont dits « FM » ou « DAB ». Les réseaux FM (Modulation de Fréquence) bénéficient d'une infrastructure propre, déployée le long des autoroutes, en deux générations successives : répéteurs analogiques en cascade, directement en bande II FM (VHF : 107.7 MHz ou autres en Europe) ; puis transport par réseau séparé (faisceaux hertziens, fibres optiques ou liens satellite) et distribution coordonnée en bande II FM. Le format utilisé est le très classique format analogique RCA pour la Hi-Fi stéréo (G+D et G-D, avec sous porteuse pilote), auquel s'ajoutent une ou plusieurs sous-porteuses pour des services additionnels tels que la messagerie diffusée RDS-TMC (à 57 kHz). Les réseaux DAB (Digital Audio Broadcast) pour autoroutes sont au stade du projet et leur avenir dépend plus généralement de l'avenir de la technologie DAB elle-même. Il s'agit d'un système de diffusion purement numérique, basé sur un format de modulation multi-porteuses OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex).

[0020] Le principal défaut de ces réseaux est la contrepartie de leur simplicité : ils restent unidirectionnels, et sont donc inadaptés à la collecte d'informations en provenance des mobiles.

[0021] Les systèmes de communications latérales, de type DSRC (ETSI : Digital Short range communications, en bande radio 5,8 GHz) ou boucles magnétiques (BOCOM, en bande HF 7,5 MHz), sont à couverture zonale limitée, au voisinage des installations fixes. Leur dissymétrie, qui fait ou fera leur succès auprès des constructeurs automobiles, interdit toute extension possible en communication véhicule-véhicule.

[0022] Les systèmes de communication directe véhicule-véhicule sont actuellement émergents pour la transmission rapide de l'Alerte en amont du flux de véhicules à destination directe des véhicules suiveurs. Le contenu est constitué de messages courts à caractère temps réel, exigeant des temps de latence et de transit faibles, et une bonne disponibilité.

[0023] Les techniques utilisées sont l'isofréquence à partage de temps (TDMA), structuré ou non ; et le relaying automatique et coopératif entre mobiles, pour augmenter la portée dans l'axe de la voie de circulation. On peut citer comme exemples significatifs de ces systèmes :

MTNET (produit industriel issu des démonstrateurs MANET de PROMETHEUS et DRIVE) travaillant en allocation sans collision et en relaying sélectif multi-bonds

Les vecteurs VIGILANT et IVHW travaillant en compétition et en simple bond (point à point).

[0024] De tels systèmes, focalisés sur la sécurité locale, se veulent indépendants de toute infrastructure fixe, mais la sécurité globale encourage le principe d'un acheminement vers un éventuel point d'infrastructure, pour des actions concertées avec les centres de traite-

ment. Un des intérêts du relayage MTNET est de faciliter un tel acheminement. Le programme ARCOS introduit une architecture à base de frontal de communications, qui permet la coopération transparente entre vecteurs véhicule-véhicule et véhicule-infrastructure. Le futur programme SARI envisage de généraliser des solutions véhicule-véhicule de type MTNET ou IVHW à des accès fixes à l'infrastructure. Les technologies candidates sont encore au stade de l'expérimentation. Les Groupes de travail internationaux (ANSI, ETSI, ISO) sur CALM (Continuous Air interface for Long and Medium distance) reprennent en partie les principes de ces programmes et solutions pour une application à 5,9 GHz.

[0025] Dans le domaine connexe du transport ferroviaire, diverses solutions sont proposées pour le Contrôle-Commande sécuritaire des trains par le sol (CBTC : « Communication Based Train Control»). Certaines sont dérivées des WLAN, avec quelques doutes sur les performances et la cohabitation possible avec les applications bureautiques et grand public. Parallèlement aux WLAN, un dérivé de CALM, par adaptation le l'original destiné à la route, est également considéré. D'autres sont des solutions propriétaires couplées plus ou moins étroitement avec les applications (pilotage automatique et régulation). Enfin, il existe une solution appelée SOFRANET (nom commercial) qui offre un bon compromis entre le niveau de performances et l'ouverture aux standards.

[0026] SOFRANET propose une architecture qui exploite au mieux les propriétés de la propagation radio, entre les trains et une série de stations de base coopératives. Une triple diversité de transmission permet de porter la robustesse à un niveau jamais atteint. La ressource isofréquence est partagée en TDMA à haut débit crête, piloté par l'infrastructure, avec gestion de la mobilité. Le système vise essentiellement les communications véhicule (train) à infrastructure, mais une réserve est prévue pour le relayage entre véhicules (trains) en environnement difficile (métro en tunnel et obstacles de type « bouchon » présentés d'une rame à l'autre, entre des stations espacées jusqu'à 2 000 m). L'ensemble est redondé (1+1) à raison d'un canal par sens de propagation ; il supporte IP v6 et sa suite, et est administré sous SNMP sur une plate-forme standard.

[0027] Les réseaux de contrôle-commande sécuritaire existants, à l'exception de SOFRANET, sont dédiés au véhicule-infrastructure et ne sauraient pas prendre en charge du véhicule-véhicule, notamment en l'absence d'infrastructure. Par ailleurs, les performances de temps réel sont surabondantes par rapport aux besoins routiers, alors que les portées sont plutôt en deçà.

[0028] L'invention a notamment pour objet de pallier les inconvénients décrits des solutions de l'état de l'art, pour l'échange de "messages cibles", définis comme correspondant à des services de sécurité, prioritaires, mais aussi à des services complémentaires de logistique, de confort ou en exploitation commerciale. Un double régime véhicule-véhicule et véhicule-infrastructure-

véhicule est pris en compte pour l'échange des messages cibles de sécurité.

[0029] A cet effet, l'invention concerne selon son acception la plus générale un système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier équipé de bornes d'émission radiofréquence destinées par exemple à la radiodiffusion d'un programme FM dédié, caractérisé en ce que lesdites bornes comprennent un récepteur additionnel apte à recevoir des messages d'alerte provenant d'émetteurs complémentaires équipant certains véhicules au moins.

[0030] De préférence, chacune desdites bornes comporte des moyens pour le transfert des messages reçus par le récepteur additionnel vers un serveur de diffusion de messages d'alerte.

[0031] Avantagement, le système comporte un serveur de diffusion émettant les messages sur le réseau de radiodiffusion.

[0032] Selon une variante particulière, le système comporte un circuit électronique d'adaptation d'un récepteur de radiodiffusion embarqué dans les véhicules pour l'émission d'un signal d'alerte numérique.

[0033] De préférence, ledit circuit électronique est relié à une antenne commune avec l'antenne de réception de l'autoradio.

[0034] Selon une variante, le système comporte des émetteurs implantés dans lesdites bornes pour l'émission localisée de messages d'alerte.

[0035] Dans un mode de réalisation préférentiel, le système est caractérisé en ce que la diffusion des messages d'alerte est réalisée avec une ressource isofréquence, généralisée à l'échelle d'un réseau routier.

[0036] En particulier, la transmission des messages d'alerte peut être réalisée sur un canal de radiodiffusion dédié à la régulation du trafic routier, en pleine compatibilité avec le service originel.

[0037] A cet effet, il est avantageux d'utiliser un format à étalement de spectre, avec une protection par le code éventuellement particularisée en fonction de la zone géographique, la typologie de la voie de circulation ou l'identité du gestionnaire.

[0038] Avec le système proposé, le partage de la ressource isofréquence est effectué en TDMA (Time Division Multiple Acces : Accès Multiple à Répartition dans le Temps), structuré ou non, synchrone ou asynchrone, en respectant des tranches temporelles successives, de taille fixe mais paramétrable, dans lesquelles des trames banalisées de données peuvent être transmises par les différents véhicules ou stations de base de l'infrastructure.

[0039] Des tranches spécifiques sont allouées à l'infrastructure, avec une signature identifiable, et selon un motif temporel régulier, facilitant la synchronisation des échanges, lorsque ladite infrastructure est disponible.

[0040] Le système prévoit de réserver systématiquement une tranche après chaque tranche utile émise par un mobile, à des fins de relayage immédiat par la station de base courante (i) de l'éventuelle infrastructure, en

portée électromagnétique du mobile, sans intervention des centres serveurs. En outre, il a la capacité d'autoriser ou non, suivant la topologie, les stations de base amont (i-1) et aval (i+1) à relayer une seconde fois une telle alerte dans la tranche originelle

[0041] Le système gère la priorité d'accès à d'autres services entre véhicules ou entre véhicule et serveurs reliés à l'infrastructure.

[0042] La réalisation pratique réutilise pour la partie embarquée une partie des modules d'un autoradio moderne, à laquelle sont adjoints un module émetteur, un duplexeur -à commutation ou autre-, un modem spécifique et un module de traitement de signal et d'interface numériques. Pour la partie fixe, la réalisation met à profit la réutilisation des émetteurs de radiodiffusion FM de bord d'autoroute, en ajoutant à chacun un récepteur, un modem et un module de traitement et d'interface numériques symétriques de ceux de la partie embarquée, plus une éventuelle connexion aux réseaux de transport (services Intranet et Internet opérés ou non).

[0043] En alternative à la réutilisation des émetteurs de radiodiffusion FM, le système propose la réutilisation de balises d'appel d'urgence, convenablement renouvelées par l'apport de modules émetteur, récepteur, modem, traitement et interface numériques du même type que ceux déjà utilisés.

[0044] Selon une caractéristique particulière, le système est remarquable en ce que la ressource isofréquence peut s'identifier à un canal de radiodiffusion FM de la bande II VHF, de 450 kHz de largeur, ou à un canal équivalent en bande UHF basse (vers 400 ou 800 MHz), ou encore à un ensemble de canaux jointifs à bande étroite en VHF (40-200 MHz).

[0045] Selon une caractéristique particulière, le système est remarquable en ce que le canal de 450 kHz puisse être déjà occupé par un programme de radiodiffusion dédié à la circulation routière de type « Autoroute FM », à 107.7 MHz. Le format utilisé permet de garantir la compatibilité réciproque avec un bas débit pour les nouveaux services (4,5 kb/s, indicatif).

[0046] Selon une caractéristique particulière, le système est remarquable en ce que ce débit puisse être porté à au moins 64 kb/s en cas de libération ou de spécialisation du canal de 450 kHz mentionné. Cette solution permet la montée en puissance des services secondaires en appui sur l'infrastructure.

[0047] Selon une caractéristique particulière, le système est remarquable en ce que le service d'Alarme est assuré par des trames de quelques dizaines d'octets (typiquement 8 à 32) déposées dans des tranches de quelques dizaines de millisecondes (typiquement 10 à 100) pour un débit crête de quelques kb/s (typiquement 2,4 à 9,6), avec une capacité de quelques dizaines d'alarmes simultanées (typiquement 20) ; toutes ces valeurs restant paramétrables dans une plus large mesure.

[0048] Selon une caractéristique particulière, les caractéristiques radio-fréquence des équipements peuvent être ajustées pour être compatibles avec la récur-

rence géographique des émetteurs de radiodiffusion FM (5 à 20 km) ou à celle des balises d'appel d'urgence (2 à 3 km).

[0049] Un premier objectif de l'invention est de fournir un système de communications capable d'assurer nativement :

- des services de sécurité et d'autres services non prioritaires, en coopération avec une infrastructure légère déployée le long de la voie de circulation,
- des simples services de sécurité hors couverture de l'infrastructure, c'est à dire en fonctionnement autonome.

[0050] Un second objectif de l'invention est de permettre des passages spontanés du régime coopératif avec l'infrastructure au régime autonome et réciproquement, sans interruption de service ni reconfiguration.

[0051] Un troisième objectif de l'invention est d'optimiser les performances de portée et de temps réel du service d'alerte et d'autres services sécuritaires au moyen d'un relayage par l'infrastructure, lorsqu'elle est disponible. Ce relayage s'accompagne d'un compte-rendu vers les centres décisionnels, dont le système acheminera les réactions éventuelles à moyen terme (diffusion d'Alerte à plus grande échelle, information, consignes). Hors infrastructure disponible, cet objectif se ramène à assurer les mêmes services de façon simplifiée, en régime autonome, sans recourir au relayage entre véhicules.

[0052] Un quatrième objectif de l'invention est de fournir des services complémentaires à gradation de priorité, en appui sur l'infrastructure, lorsqu'elle est disponible. L'activité de tels services mettra à profit la part de ressource non mobilisée par les services sécuritaires, qui restera préemptible par ceux-ci à tout instant.

[0053] Un cinquième objectif de l'invention est l'aptitude à la coopération avec un premier type d'infrastructure existante, à savoir les réseaux de radiodiffusion FM dédiés, moyennant un minimum d'adaptation de ceux-ci. Cet objectif sera assuré en réutilisant directement la ressource allouée pour la radiodiffusion, en simple superposition, de manière à réemployer directement les émetteurs existants.

[0054] Un sixième objectif de l'invention est de permettre des extensions de services et de performances à partir du premier type d'infrastructure, en plein canal de radiodiffusion (remplacement de la chaîne existante ou recours à un canal adjacent), ou encore à partir d'un second type d'infrastructure, plus léger, introduit au niveau des balises d'appel d'urgence lors de la rénovation de ces équipements.

[0055] Un septième objectif de l'invention est la réutilisation et le perfectionnement d'une filière d'équipement embarqué très économique (autoradio), ainsi que la réutilisation des antennes et du câblage installé en première monte dans les véhicules.

[0056] D'autres caractéristiques et avantages de l'in-

vention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

La figure 1 présente un synoptique général d'un réseau de communications conforme à l'invention. Le volet de gauche montre le fonctionnement adossé à une infrastructure complètement équipée (depuis le matériel de transmission jusqu'aux différents centres serveurs), par l'intermédiaire de bornes de communication de bord de route ; le volet de droite montre la restriction au fonctionnement direct entre véhicules, hors couverture d'une infrastructure, avec le maintien d'un service minimal de sécurité, autonome.

Sous la couverture de l'infrastructure, la mobilité est gérée à deux niveaux : une micro-mobilité de borne à borne (glissement le long de l'infrastructure, entretenu par la couche physique) ; et une mobilité au niveau réseau qui épouse strictement les avancées de « Mobile IP » du protocole IP v6 (passage d'un secteur à son suivant). Le système peut se contenter le cas échéant de l'une ou de l'autre. La figure 2 présente l'architecture des équipements d'infrastructure, en distinguant l'existant éventuellement réutilisé (200) et les additifs liés à l'invention. Dans le cas de réutilisation maximale, essentiellement une chaîne de réception (210 à 213) est à ajouter à la station courante, qui comprend déjà une chaîne d'émission (208 et 209), précédée de circuits de mise en forme et de modulation du signal diffusé originel (204 à 207). Le relayage local est assuré par un lien direct entre le modem ajouté (212) et la chaîne d'émission originelle, à laquelle la modulation numérique est superposée. Les liens montants et descendants (214) avec les centres en retrait mettent à profit le réseau numérique de transport existant, par l'intermédiaire de multiplex à base E1 ou Ethernet (203, sous-utilisés avec le service originel).

La figure 3 présente l'architecture de l'équipement embarqué sur véhicule, qui se greffe directement sur celle d'un récepteur autoradio modulaire (300) moyennant quelques modules supplémentaires. Ceux-ci comprennent un duplexeur d'antenne (307), un émetteur à faible puissance (308), un éventuel module de Fréquence Intermédiaire (FI, 309), un modem numérique (310), les circuits de traitement de signal associés aux différents services (311 et suivants). Une interface est prévue entre le modem et l'étage FI du récepteur autoradio.

La figure 4 présente le chronogramme des cycles et des tranches qui délimitent les trames de données, de longueur banalisée pour un déploiement. Deux types d'implémentations sont possibles : en synchrone ou en asynchrone. Un fonctionnement synchrone se justifie surtout sous le contrôle de l'in-

frastructure, et on peut envisager de passer d'un régime autonome asynchrone (où les durées sont définies localement, sans référence globale) à un régime adossé synchrone, piloté par l'horloge du réseau fixe, lorsque le véhicule entre dans la couverture de l'infrastructure, et réciproquement.

[0057] Selon l'invention, les tranches sont accolées par paires : il existe des paires de tranches pour les mobiles et des paires de tranches pour les fixes, ces dernières disposées de façon récurrente, de manière à rythmer les cycles. Un mobile peut émettre un message de sécurité (alerte par exemple) dès que le canal est libre, en occupant une tranche. La seconde tranche de la paire est laissée libre pour le relayage éventuel par la borne courante (i) de l'infrastructure, si le service le justifie. Un second relayage est offert en option, plus loin en amont et/ou en aval (bornes i-1, i+1) en réutilisant la première tranche, par effet de capture. Ces relayages rapides (dans le cycle) n'interdisent pas des répétitions à plus long terme, par le jeu des centres serveurs (qui peuvent apporter un traitement à valeur ajoutée).

[0058] La première tranche d'une paire attribuée aux fixes (bornes d'infrastructure) contient des informations de servitude, notamment pour la synchronisation d'ensemble et le multiplexage des bornes successives). La seconde tranche est une tranche de demande de réservation de ressource par les mobiles concernant les services secondaires. Des drapeaux y sont déposés par les mobiles avec un délai d'accès tiré au hasard par eux le long d'une grille discrète. L'équipement d'infrastructure effectue le traitement de priorité adéquat, en privilégiant largement les messages de sécurité, autorisés librement au début du cycle, et en laissant une marge au moins égale à une paire de tranches, avant de laisser passer les messages des services secondaires (en fin de cycle). C'est la borne courante i qui s'adresse à un mobile (sens descendant des données) dans la première tranche, alors que le mobile lui répond dans la seconde tranche de la paire (sens montant des données).

[0059] Selon une réalisation particulière de l'invention, le système accorde aux mobiles des paires de tranches pour les services secondaires selon l'ordre où ils ont déposé leurs drapeaux dans la tranche de la borne i réservée à cet effet dans le cycle courant. Une certaine résilience peut être assurée (maintien de la réservation sur quelques cycles), si l'état du trafic le permet. Toute collision détectée sur la première partie du cycle et sur la marge entre service de sécurité et services secondaires est résolue au cycle suivant, au détriment des services secondaires.

[0060] En régime autonome, il n'y a ni service secondaire ni facilité de relayage, et la seconde tranche des paires est alors mise à profit pour absorber les incertitudes de synchronisation entre mobiles, notamment en mode asynchrone. Les mobiles détectent facilement le passage du régime autonome au régime adossé par l'introduction périodique des paires de tranches signées

par la ou les bornes les plus proches. Le passage inverse s'effectue par défaut.

[0061] Le système comporte une certaine liberté de paramétrage de son chronogramme en fonction des caractéristiques du déploiement (par exemple distance entre bornes), des performances de sécurité requises et du trafic attendu, ainsi que dans une moindre mesure du profil souhaité pour les services secondaires. En particulier, il est possible d'insérer des intervalles de garde entre tranches et entre paires de tranches, pour rendre compte des limitations physiques telles que temps de propagation et temps de retournement des émetteurs et des récepteurs (fonctionnement en simplex à l'alternat).

[0062] On notera que l'invention ne se limite pas à une implantation purement matérielle mais qu'elle peut aussi être mise en oeuvre sous la forme d'une séquence d'instructions d'un programme informatique ou toute forme mixant une partie matérielle et une partie logicielle (sous forme notamment de protocole) au sol et à bord, supportée par les blocs fonctionnels appelés TS (« Traitement de Signal »). Des blocs fonctionnels similaires sont à prévoir dans les centres serveurs.

[0063] Le principe général de l'invention met à profit une topologie de réseau de type « bande » ou « ruban », adapté aux applications routières ciblées.

[0064] On notera que l'invention est applicable non seulement à la sécurité routière, mais à des fonctions sécuritaires du même type pour d'autres moyens de transport, non guidés ou guidés : chemin de fer, métro, voies navigables (fleuves, canaux, chenaux et détroits tels que la Manche), voire même aéronefs dans leurs couloirs de navigation.

Revendications

1. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier équipé de bornes d'émission radiofréquence destinées à la radiodiffusion par exemple d'un programme FM dédié, **caractérisé en ce que** lesdites bornes comprennent un récepteur additionnel apte à recevoir des messages d'alerte provenant d'émetteurs complémentaires équipant certains véhicules au moins.
2. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chacune desdites bornes comporte des moyens pour le transfert des messages reçus par ledit récepteur additionnel vers un serveur de diffusion de messages d'alerte.
3. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte un serveur de diffusion émettant les messages sur le réseau de radiodiffusion.

4. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un circuit électronique d'adaptation d'un récepteur de radiodiffusion embarqué dans les véhicules pour l'émission d'un signal d'alerte numérique dans la même bande.
5. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit circuit électronique est relié à une antenne commune avec l'antenne de réception de l'autoradio.
6. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte éventuellement des émetteurs implantés dans lesdites bornes pour l'émission localisée de messages d'alerte.
7. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le serveur recevant les messages d'alerte comporte des moyens de diffusion de services de sécurité et d'autres services non prioritaires, en coopération avec une infrastructure légère déployée le long de la voie de circulation,
8. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la diffusion des messages d'alerte est réalisée avec une ressource isofréquence, généralisée à l'échelle d'un réseau routier.
9. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la diffusion des messages d'alerte est superposée à un canal de radiodiffusion FM dédié à la régulation du trafic routier, en pleine compatibilité avec le service originel.
10. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la diffusion des messages d'alerte est réalisée selon un format à étalement de spectre, avec une protection par le code éventuellement particularisée en fonction de la zone géographique, la typologie de la voie de circulation ou l'identité du gestionnaire.
11. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** partage avec les moyens de radiodiffusion isofréquence en

TDMA (Time Division Multiple Accès : Accès Multiple à Répartition dans le Temps), structuré ou non, synchrone ou asynchrone, en respectant des tranches temporelles successives, de taille fixe mais paramétrable, dans lesquelles des trames banalisées de données peuvent être transmises par les différents véhicules ou stations de base de l'infrastructure.

12. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** alloue des tranches spécifiques à l'infrastructure, avec une signature identifiable, et selon un motif temporel régulier, facilitant la synchronisation des échanges, lorsque ladite infrastructure est disponible. 10
13. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** réserve systématiquement une tranche après chaque tranche d'Alerte émise par un mobile, à des fins de relayage immédiat par la station de base courante (i) de l'éventuelle infrastructure, en portée électromagnétique du mobile, sans intervention des centres serveurs. 20
14. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** a la capacité d'autoriser ou non, suivant la topologie, les stations de base amont (i-1) et aval (i+1) à relayer une seconde fois une telle alerte dans la tranche originelle. 30
15. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** gère la priorité d'accès à d'autres services entre véhicules ou entre véhicule et serveurs reliés à l'infrastructure. 35
16. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** réutilise pour la partie embarquée une partie des modules d'un autoradio moderne, à laquelle sont adjoints un module émetteur, un duplexeur à commutation, un modem spécifique et un module de traitement de signal et d'interface numériques. 40
17. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** permet la réutilisation des émetteurs de radiodiffusion FM de bord d'autoroute, en ajoutant à chacun un récepteur, un modem et un module de traitement et d'interface numériques symétriques de ceux de la par- 45

tie embarquée, plus une éventuelle connexion aux réseaux de transport (services Intranet et Internet opérés ou non).

18. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** permet la réutilisation de balises d'appel d'urgence, convenablement renouvelées par l'apport de modules émetteur, récepteur, modem, traitement et interface numériques du même type que ceux utilisés avec la radiodiffusion FM. 5
19. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ressource isofréquence est un canal de radiodiffusion FM de la bande II VHF, de 450 kHz de largeur, ou à un canal équivalent en bande UHF basse (vers 400 ou 800 MHz), ou encore à un ensemble de canaux jointifs à bande étroite en VHF (40-200 MHz). 15
20. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le canal de 450 kHz est être également occupé par un programme de radiodiffusion dédié à la circulation routière de type « Autoroute FM », à 107.7 MHz, le format utilisé permettant de garantir la compatibilité réciproque avec un bas débit pour les nouveaux services (2,4 à 9,6 kb/s, indicatifs). . 20
21. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le débit est porté à au moins 64 kb/s en cas de libération ou de spécialisation du canal de 450 kHz mentionné. 25
22. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le service d'alarme est assuré par des trames de 8 à 32 octets déposées dans des tranches de quelques dizaines de millisecondes pour un débit crête de 2,4 à 9,6 kb/s. 30
23. Système de diffusion de messages cibles sur un réseau routier selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les caractéristiques radio-fréquence des équipements peuvent être ajustées pour être compatibles avec la récurrence géographique des émetteurs de radiodiffusion FM (5 à 20 km) ou à celle des balises d'appel d'urgence (2 à 3 km). 35

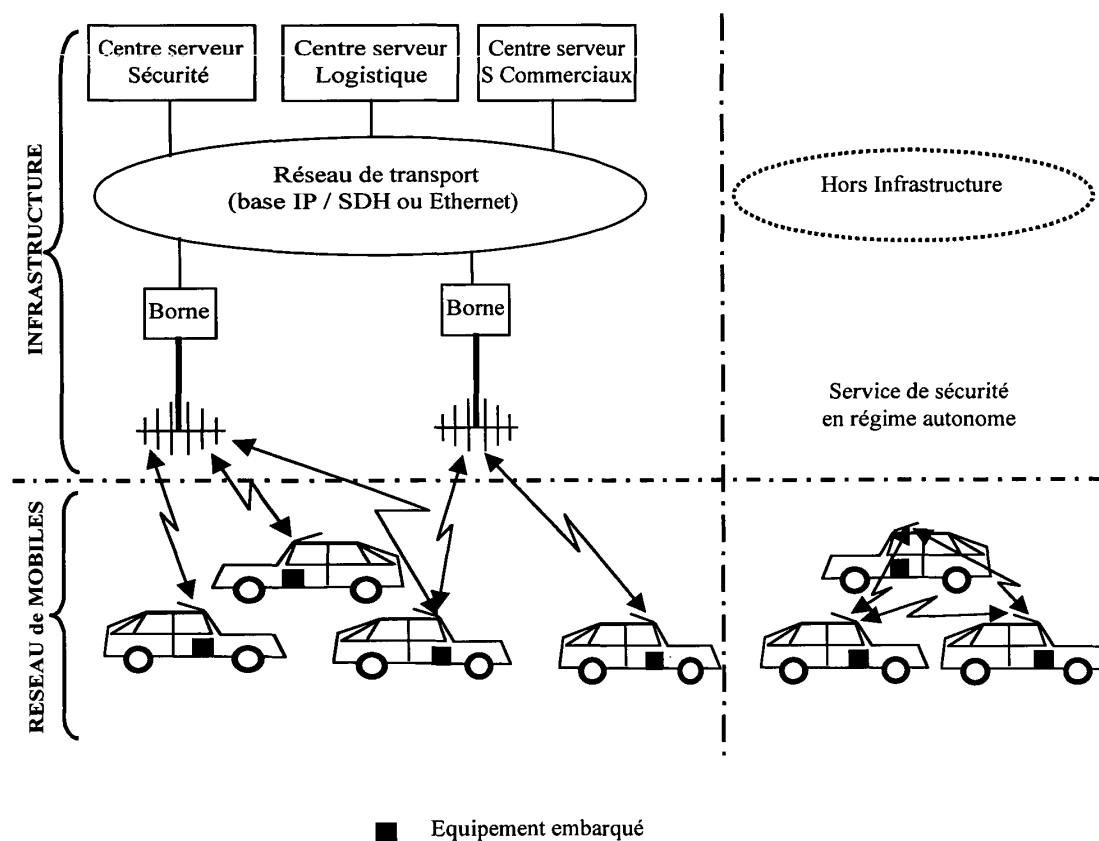
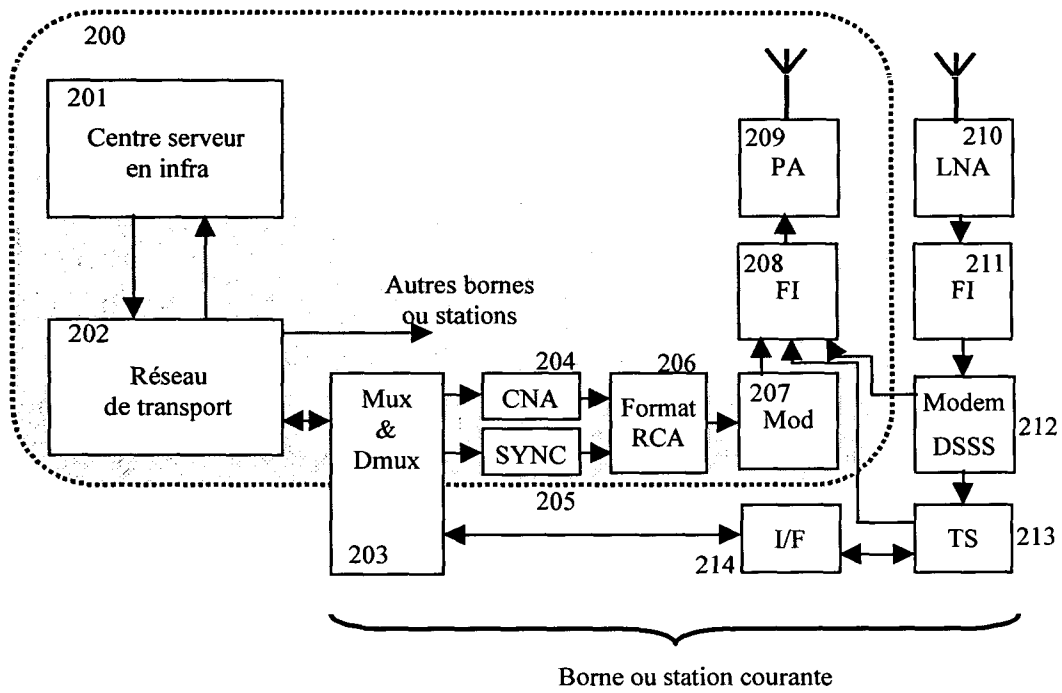
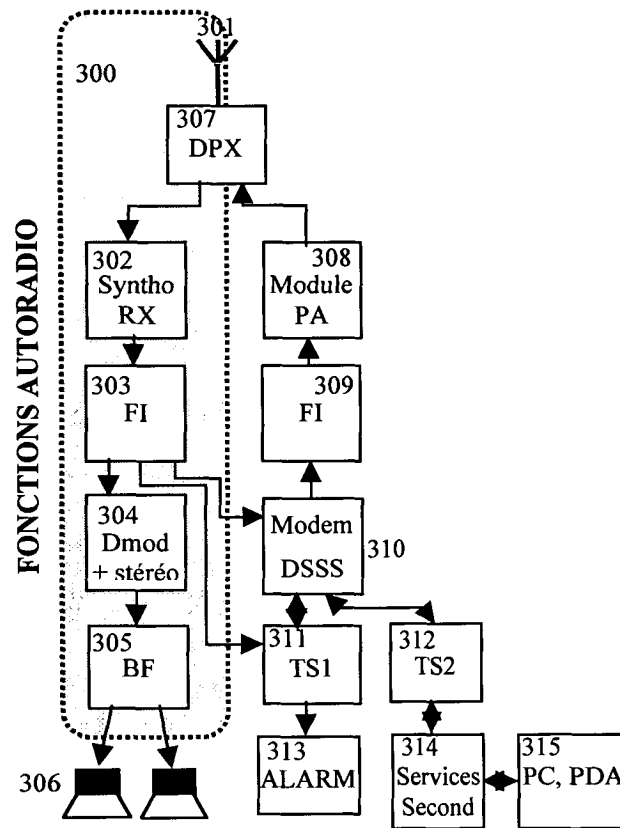


Figure 1



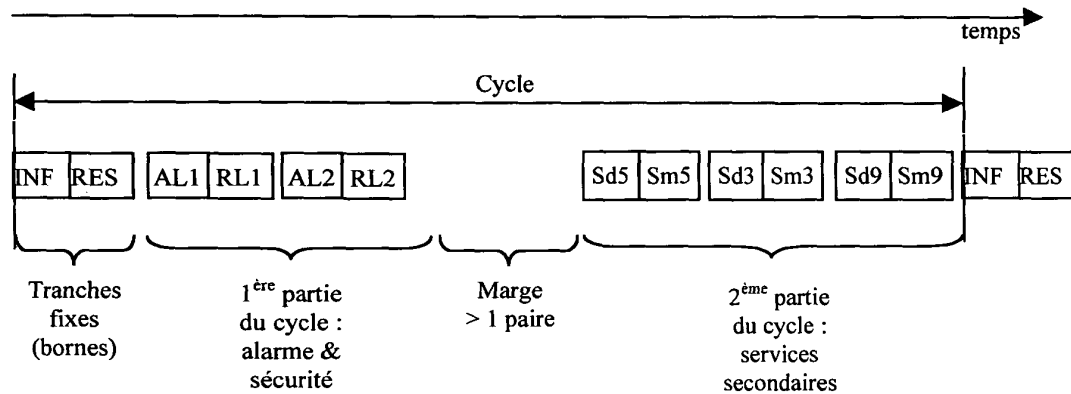
TS : Traitement de Signal

Figure 2



TS : Traitement de Signal

Figure 3

**Légende :**

INF = tranche de diffusion INFRA

RES = tranche de collecte des REServations (véhicules u)

ALk = tranche d'Alarme émise par le véhicule k

RLk = tranche de relayage de ALk par la borne i

Sdu = tranche de service secondaire vers le véhicule u

Smu = tranche de service secondaire depuis le véhicule u

Dimensionnement :Durée bit : environ 200 μ s (cas superposé)

Durée tranche : qq 10 ms

Durée garde : qq 100 μ s

Nombre de tranches par cycle : qq 10

Période de cycle : de l'ordre de 1 s

Capacité affectable à la sécurité : 100 %

Capacité affectable aux autres services : 75 %
(en l'absence de trafic de sécurité)

Figure 4