

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
11 juin 2009 (11.06.2009)

PCT

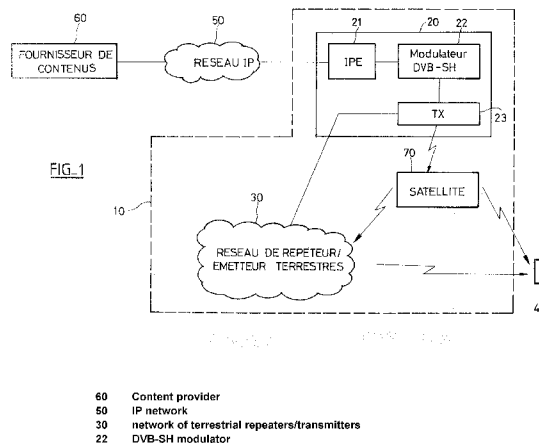
(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/071781 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H04L 1/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/052044
- (22) Date de dépôt international :
13 novembre 2008 (13.11.2008)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0759591 5 décembre 2007 (05.12.2007) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **ALCATEL LUCENT** [FR/FR]; 54, rue la Boétie, F-75008 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **SAYADI, Bessem** [TN/FR]; Alcatel-Lucent France, Centre de Villarceaux, Route de Villejust, F-91620 Nozay (FR). **ROULLET, Laurent** [FR/FR]; Alcatel-Lucent France, 7-9, avenue Morane Saulnier, F-78141 Velizy (FR).
- (74) Mandataire : **AMELINE, Jean-Paul**; Compagnie Financière Alcatel Lucent, 54, rue la Boétie, F-75008 Paris (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KM, 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, PG, PH, PL, PT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA FROM A RADIOCOMMUNICATION NETWORK INFRASTRUCTURE TO USER EQUIPMENT AND EQUIPMENT FOR CARRYING OUT THE METHOD

(54) Titre : PROCÉDE DE TRANSMISSION DE DONNEES DEPUIS UNE INFRASTRUCTURE D'UN RESEAU DE RADIOCOMMUNICATION VERS DES EQUIPEMENTS UTILISATEUR, ET EQUIPEMENTS POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDE



(57) Abstract: In a radiocommunication infrastructure network, transmitting data organised in symbol sequences to a piece of receiving equipment over a number of radio connections, the data for transmission are encoded following an encoding scheme with error correction to produce a systematic set of symbols and a corresponding redundant set of symbols, the systematic symbols and a first sub-set of the set of corresponding redundant symbols are transmitted over a first radio connection amongst the number of radio connections in broadcast mode and a second sub-set of the set of corresponding redundant symbols is transmitted over a second radio connection from amongst said number of radio connections distinct from the first.

(57) Abrégé : Dans une infrastructure de réseau de radiocommunication transmettant des données organisées en séquence de symboles vers un équipement récepteur sur une pluralité de liens radio, on encode les données à transmettre selon un schéma de codage correcteur d'erreur pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants,

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/071781 A1



RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

**PROCEDE DE TRANSMISSION DE DONNEES DEPUIS UNE
INFRASTRUCTURE D'UN RESEAU DE RADIOCOMMUNICATION VERS
DES EQUIPEMENTS UTILISATEUR, ET EQUIPEMENTS POUR LA MISE EN
ŒUVRE DU PROCEDE**

5

La présente invention se rapporte à un procédé de transmission de données en mode diffusion depuis une infrastructure d'un réseau de radiocommunication vers des équipements utilisateur, ainsi que des équipements pour la mise en œuvre de ce procédé.

10

Elle trouve avantageusement application dans le contexte de diffusion vers des équipements utilisateur de contenus multimédia, par exemple vidéo. Les systèmes DVB (en anglais « Digital Video Broadcasting »), standardisés par l'ETSI, sont des exemples de tels systèmes de diffusion. Les systèmes DVB-H et DVB-SH, en cours de spécification, viennent compléter les fonctionnalités du système de diffusion terrestre DVB-T en offrant la possibilité de diffuser un contenu multimédia vers des terminaux mobiles. Les systèmes DVB-T et DVB-H sont décrits dans les documents ETSI TR 101 190 v1.2.1, intitulé « Digital Video Broadcasting (DVB) ; Implementation guidelines for DVB terrestrial services ; Transmission aspects », publié par l'ETSI en novembre 15 2004 et ETSI EN 302 304 v1.1.1, intitulé « Digital Video Broadcasting (DVB) ; Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H) », et publié par l'ETSI 20 en novembre 2004, respectivement, auxquels on pourra se reporter.

25

Dans le cadre de la transmission de contenus multimédia vers des mobiles, offrir une qualité de service perçue par l'utilisateur (qualité visuelle satisfaisante, faible taux d'interruption de service) satisfaisante reste la difficulté principale pour les opérateurs de service de diffusion. Les phénomènes d'évanouissement (« fading ») que subit tout signal transmis sur un canal de propagation de l'interface air provoquent une dégradation de qualité du signal reçu contre laquelle les techniques de codage canal couramment employées dans les systèmes de radiocommunications numériques permettent dans une certaine mesure de se protéger. 30

Les techniques de codage canal comportent de manière classique une ou plusieurs étapes d'encodage afin de protéger les données à transmettre

contre les erreurs de transmission, et une ou plusieurs étapes d'entrelacement des flux encodés de manière à obtenir qu'une erreur de transmission affecte des symboles distribués sur un ensemble donné au lieu d'affecter un groupe de symboles adjacents. L'encodage s'effectue selon un code correcteur d'erreurs (en anglais FEC, pour « Forward Error Protection »), comme par exemple un code de Reed-Solomon ou toute autre technique de codage par blocs.

Le codage correcteur d'erreur permet d'une part d'assurer pour la diffusion de signaux video une qualité de signal optimale pour l'utilisateur final, et d'autre part de diminuer si ce n'est supprimer les interruptions de service provoquées par des trous de fading.

Les codes de Reed-Solomon sont un exemple de codes en bloc utilisés pour le codage correcteur d'erreurs dans des systèmes de transmission de données. Les codes en bloc sont caractérisés par le fait que le code correcteur d'erreur est calculé sur un bloc, segment ou une trame de données de longueur prédéterminée. Un code de Reed-Solomon est couramment désigné par un couple de paramètres (n,k) dans lequel n correspond à la taille en symboles (un symbole étant typiquement un octet de 8 bits) du mot de code, et k à la taille du bloc de données à encoder, de sorte qu'un mot de code de taille n symboles correspond à k symboles de données et $n-k$ symboles de redondance (aussi appelés symboles de parité). Le rapport k/n correspond au taux de codage du code de Reed-Solomon. Le nombre maximum d'erreurs sur symbole qui peuvent être corrigées par un code de Reed-Solomon (n,k) est donné par le rapport $(n-k)/2$. Le nombre maximum d'effacements de symbole qui peuvent être corrigées par un code de Reed-Solomon (n,k) est égal à $n-k$. Par exemple, pour une séquence de 100 octets à laquelle on adjoint 10 octets de redondance, le décodeur Reed-Solomon pourra récupérer jusqu'à 10 octets perdus (du fait, par exemple des phénomènes d'évanouissement évoqués plus haut). La capacité de correction de pertes de symboles est mesurée par le rapport $1/(n-k)$.

L'application d'un codage correcteur d'erreur aux données utiles à transmettre se fait cependant au prix d'une diminution du débit utile de transmission des données. De plus, ce type de technique de protection contre les erreurs de transmission ne parvient pas à immuniser totalement les

données transmises, notamment dans les cas où le canal de propagation présente des évanouissements longs qui produisent des pertes de données sur une période longue compte tenu de la capacité de correction du code. Lorsque les pertes de données ou les erreurs observées sur les données reçues dépassent la capacité de correction des codes correcteurs d'erreurs employés, on peut avoir recours à des retransmissions des données perdues ou erronées, par exemple dans le cadre de procédures de requête automatique de répétition (en anglais « Automatic Repeat reQuest », ARQ) pour les systèmes de transmission de données utilisant des mécanismes d'acquittement. Mais les systèmes de diffusion actuels n'offrant par nature pas de voie de communication montante, dite « voie de retour », du terminal récepteur vers l'infrastructure de diffusion, ou bien une voie de retour d'un débit trop faible pour envisager de l'utiliser pour émettre des requêtes de retransmission de données qui s'avèrent efficaces, il s'avère nécessaire de réaliser un compromis efficace entre le degré de protection des données transmises en mode diffusion et la perte de débit utile correspondante.

Un but principal de l'invention est d'apporter une solution qui soit performante à cet égard.

Un but de la présente invention est de permettre de combiner une protection efficace contre les erreurs de transmission tout en assurant une qualité de service minimale des données transmises dans un système de radiocommunication transmettant des données notamment en mode diffusion vers terminaux mobiles.

L'invention propose ainsi un procédé de transmission de données depuis une infrastructure de réseau de radiocommunication vers un équipement récepteur sur une pluralité de liens radio, lesdites données étant organisées en séquence de symboles, le procédé comprenant une étape d'encodage selon un schéma de codage correcteur d'erreur de données à transmettre pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants, une étape de transmission, sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, en mode diffusion, de symboles systématiques et d'un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants, ainsi qu'une étape de

transmission, sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier, d'un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants.

Ainsi, les symboles de redondance générés par l'encodage correcteur
5 d'erreur de données à transmettre en mode diffusion, sont scindés en une pluralité de sous-ensembles, parmi lesquels deux au moins sont transmis sur des liens radio distincts. Seul un sous-ensemble de symboles de redondance est transmis avec certains au moins des symboles systématiques, un second ensemble de symboles de redondance étant transmis sur un second lien radio.
10 De fait, l'utilisation des ressources radio du premier lien radio sur lequel sont transmis les symboles systématiques et le premier sous-ensemble de symboles de redondance est optimisée, d'autres symboles de redondance, complémentaires de ceux du premier sous-ensemble, étant transmis à l'équipement récepteur sur un autre lien radio.

15 On notera que l'allocation des symboles de redondance vers différents liens radio peut être effectuée de manière dynamique, et notamment varier dynamiquement en fonction des conditions radio observées sur le lien radio sur lequel sont transmis les symboles systématiques et le premier sous-ensemble de symboles de redondance.

20 D'autre part, d'autres symboles de redondance étant transmis sur un autre lien radio, ils bénéficient de ce fait d'une diversité d'émission permettant d'assurer des conditions de propagation différentes que celles observées pour les symboles systématiques et le premier sous-ensemble de symboles de redondance.

25 Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, la transmission sur le second lien radio du second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants s'effectue en mode diffusion.

Par ailleurs, les premier et second sous-ensembles de symboles de redondance peuvent être identiques ou distincts. Ils peuvent comporter ou non
30 des éléments communs aux deux sous-ensembles. Ils peuvent en outre être choisis complémentaires de sorte que leur réunion constitue l'ensemble de symboles de redondance correspondants.

Dans un autre mode particulier de réalisation de l'invention, l'infrastructure de réseau de radiocommunication comprend un premier et un second sous-systèmes, l'équipement récepteur étant apte à recevoir des données transmises par les premier et second sous-systèmes, et les symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants sont transmis en mode diffusion vers l'équipement récepteur par le premier sous-système, et le second sous-ensemble de symboles de redondance correspondants est transmis par le second sous-système.

10 Selon ce mode particulier de réalisation de l'invention, le premier sous-système peut comprendre une infrastructure de réseau de diffusion, qui peut par exemple être une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia de type DVB-H ou DVB-SH, et le second sous-système peut comprendre une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication, qui
15 peut par exemple être de type UMTS, WiMAX, CDMA2000 et/ou LTE.

20 Selon ce mode particulier de réalisation de l'invention, le premier sous-système peut aussi comprendre une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite, et le second sous-système comprendre une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia, l'infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite et
l'infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia étant par exemple de type DVB-SH.

25 En outre, l'invention trouve à s'appliquer avec un encodage des données effectué selon un code correcteur d'erreurs de type Reed-Solomon, ou bien, autre exemple, un code correcteur d'erreurs de type Raptor.

L'invention propose en outre un équipement récepteur agencé pour recevoir des données transmises depuis une infrastructure de réseau de radiocommunication sur une pluralité de liens radio, lesdites données étant organisées en séquence de symboles et encodées selon un schéma de
30 codage correcteur d'erreur pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants, qui comprend ses premiers moyens de réception de symboles systématiques et d'un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance

correspondants transmis sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de lien radio, en mode diffusion, des seconds moyens de réception d'un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier
5 lien radio et des moyens de mémorisation de symboles dudit second sous-ensemble, et des moyens de décodage aptes à décoder et corriger les erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondances correspondants, lesdits moyens de décodage étant en outre aptes à décoder et
10 corriger les erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du second sous-ensemble de symboles de redondances correspondants.

Les moyens de décodage peuvent en outre être agencés pour déterminer si les symboles systématiques nécessitent une correction
15 supplémentaire après décodage et correction des erreurs au moyen de symboles de redondance du premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondances correspondants, et déclencher le décodage et la correction des erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du second sous-ensemble de symboles de
20 redondances correspondants lorsque le décodage et la correction des erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondances correspondants.

D'autre part, les seconds moyens de réception d'un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis
25 sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier lien radio peuvent être agencés pour recevoir ledit second sous-ensemble de symboles de redondance lorsqu'il est transmis en mode diffusion.

Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, l'équipement
30 récepteur est agencé pour recevoir des données transmises depuis une infrastructure de réseau de radiocommunication comprenant un premier et un second sous-systèmes, et les premiers moyens de réception sont agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de

l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par le premier sous-système, tandis que les seconds moyens de réception sont agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par le second sous-système.

Dans ce mode particulier de réalisation de l'invention, les premiers moyens de réception peuvent être agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par une infrastructure de réseau de diffusion, par exemple une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia de type DVB-H ou DVB-SH, et les seconds moyens de réception peuvent être agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication, par exemple de type UMTS, WIMAX, CDMA2000 et/ou LTE.

Dans ce mode particulier de réalisation de l'invention, les premiers moyens de réception peuvent aussi être agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite, et les seconds moyens de réception peuvent aussi être agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia, l'infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite et l'infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia étant par exemple de type DVB-SH.

Les moyens de décodage de l'équipement récepteur peuvent par ailleurs être agencés pour décoder des données encodées selon un code correcteur d'erreurs de type Reed-Solomon, ou bien, autre exemple, pour décoder des données encodées selon un code correcteur d'erreurs de type Raptor.

Cet équipement récepteur selon l'invention peut avantageusement être intégré dans une station mobile de radiocommunication.

L'invention propose aussi une infrastructure de réseau de radiocommunication agencée pour transmettre des données vers un équipement récepteur sur une pluralité de liens radio, lesdites données étant organisées en séquence de symboles, comprenant des moyens d'encodage
5 aptes à encoder selon un schéma de codage correcteur d'erreur les données à transmettre pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants, des premiers moyens de transmission, aptes à transmettre, sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, en mode diffusion, les symboles systématiques et un
10 premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants, et des seconds moyens de transmission, aptes à transmettre, sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier, un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants.

15 Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, les seconds moyens de transmission sont aptes à transmettre, sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier, le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants en mode diffusion.

20 L'infrastructure de réseau de radiocommunication selon l'invention peut par ailleurs comprendre un premier sous-système comprenant les premiers moyens de transmission et un second sous-système comprenant les seconds moyens de transmission. Le premier sous-système peut comprendre une infrastructure de réseau de diffusion, par exemple une infrastructure de réseau
25 de diffusion de contenu multimédia de type DVB-H ou DVB-SH, comprenant les premiers moyens de transmission, et le second sous-système comprendre une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication, par exemple de type UMTS, WiMAX, CDMA2000 et/ou LTE, comprenant les seconds moyens de transmission. Le premier sous-système peut aussi comprendre une
30 infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite comprenant les premiers moyens de transmission, et le second sous-système comprendre une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia comprenant les seconds moyens de transmission, l'infrastructure

de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite et l'infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia étant par exemple de type DVB-SH.

Par ailleurs, les moyens d'encodage de l'infrastructure de réseau de radiocommunication peuvent être agencés pour effectuer un encodage des données selon un code correcteur d'erreurs de type Reed-Solomon, ou bien, autre exemple, de type Raptor.

L'invention propose aussi un nœud d'infrastructure de réseau de radiocommunication agencée pour transmettre des données vers un équipement récepteur sur une pluralité de liens radio, comprenant des moyens pour recevoir des données à transmettre organisées en séquence de symboles, des moyens d'encodage aptes à encoder selon un schéma de codage correcteur d'erreur les données à transmettre pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants, des moyens de transmission, agencés pour transmettre à un premier équipement de transmission radio de l'infrastructure les symboles systématiques et un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants pour transmission sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, en mode diffusion, lesdits moyens de transmission étant en outre agencés pour transmettre à un second équipement de transmission radio de l'infrastructure un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants pour transmission sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier.

Ce nœud d'infrastructure selon l'invention peut avantageusement être intégré dans un nœud encapsulateur IP de type DVB-H, ou bien dans un nœud « Network Head End » de type DVB-SH.

L'invention propose enfin un programme d'ordinateur chargeable dans une mémoire associée à un processeur, et comprenant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé tel que défini ci-dessus lors de l'exécution dudit programme par le processeur, ainsi qu'un support informatique sur lequel est enregistré ledit programme.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non

limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 montre l'architecture d'un système hybride de diffusion de contenus multimédia DVB-SH auquel l'invention peut avantageusement s'appliquer ;

5 - la figure 2 est un schéma synoptique d'un nœud IPE d'une infrastructure de réseau de diffusion DVB-SH ;

- la figure 3 illustre l'application d'un premier encodage de type FEC à une séquence de symboles dans une infrastructure de réseau de diffusion DVB-SH ;

10 - la figure 4 illustre l'application d'un deuxième encodage de type FEC appliqué à des trames MPE-FEC dans une infrastructure de réseau de diffusion DVB-SH ;

- la figure 5 est un schéma synoptique d'une section iFEC générée par un nœud IPE d'une infrastructure de réseau de diffusion DVB-SH dans un mode particulier de réalisation de l'invention ;

15 - la figure 6 est un schéma synoptique d'un équipement utilisateur mettant en œuvre la présente invention selon un mode de réalisation particulier.

L'invention est particulièrement bien adaptée, bien que de manière non exclusive, à un réseau de diffusion de contenus multimédia de type DVB-SH, et est décrite ci-après dans son application à un tel système. En outre, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que les contenus multimédia diffusés vers les équipements utilisateur sont des vidéos. L'invention n'est cependant pas limitée à ce type de contenu, et concerne en effet tout type de contenu multimédia, et notamment les programmes de télévision ou de radio et les contenus audio.

20 Cette application est illustrée par la Figure 1, qui montre une infrastructure de réseau (10) hybride de radiocommunication de diffusion de contenus, c'est-à-dire à la fois satellitaire et terrestre, de type DVB-SH. Le réseau (10) est particulièrement bien adapté à la diffusion de contenus multimédia dans le cadre de la fourniture de services multimedia interactifs mobiles.

30 Le réseau 10 de diffusion de contenus multimédia comprend un

serveur 20 de diffusion de contenus, comprenant un nœud IPE 21 (« IP Encapsulateur ») qui transpose un flux d'entrée de datagrammes IP (« Internet Protocol ») transportant les contenus multimédia en un flux de transport DVB en utilisant un procédé dit d'encapsulation multi-protocole (en anglais MPE, pour « Multi-Protocol Encapsulation »). Le flux de transport DVB est ensuite transmis au modulateur DVB-SH 22, après avoir éventuellement été multiplexé avec d'autres flux de service DVB. Le modulateur DVB-SH 22 module et met en forme les signaux reçus en vue de leur émission sur l'interface air par le module TX 23, vers l'équipement satellite 70 et/ou directement vers le réseau de répéteurs/émetteurs terrestre 30.

L'équipement satellite 70 retransmet les signaux reçus sur d'une part un lien radio vers le réseau de répéteurs/émetteurs terrestre 30, et/ou d'autre part un lien radio vers l'équipement utilisateur 40. Le réseau de répéteurs/émetteurs terrestre 30 retransmet à son tour les signaux reçus vers l'équipement utilisateur 40.

Ainsi, certains contenus peuvent être transmis directement du satellite 70 vers l'équipement utilisateur 40 tandis que d'autres contenus peuvent être transmis par l'intermédiaire du réseau terrestre de répéteurs/émetteurs 30.

Le réseau 20 de diffusion de contenus multimédia est par ailleurs connecté à un réseau IP 50 par l'intermédiaire du nœud IPE 21. Les contenus multimédia diffusés vers les équipements utilisateur sont fournis par un nœud fournisseur de contenu 60, connecté lui aussi au réseau IP 50.

L'équipement utilisateur 40 est un équipement utilisateur DVB-SH, par exemple un terminal mobile compatible DVB-SH. Il est multi-mode, en ce qu'il est propre à recevoir des contenus provenant d'interfaces radio différentes, et en l'occurrence recevoir des contenus diffusés par la voie satellitaire et des contenus diffusés par la voie terrestre (les voies satellitaire et terrestre utilisant des bandes de fréquence distinctes), ainsi que les signalisations respectives correspondantes. L'invention n'est toutefois pas limitée à ce type d'équipement utilisateur et trouve à s'appliquer à tout équipement de communication fixe ou mobile (ou portable ou encore cellulaire) apte à recevoir des données transmises par une infrastructure d'un réseau de radiocommunication transmettant des données vers des équipements utilisateur sur un premier lien

radio en mode diffusion ainsi que sur au moins un second lien radio, distinct du premier. Par conséquent, il pourra également s'agir d'un téléphone fixe, d'un ordinateur fixe ou portable, d'un récepteur de contenus multimédia (par exemple un décodeur, une passerelle résidentielle (ou « residential gateway ») ou un STB (« Set-Top Box »)), dès lors qu'il est équipé de moyens de communication, éventuellement radio terrestres ou satellitaires, aptes à la communication avec une infrastructure de réseau de communication transmettant des données vers des équipements utilisateur sur un premier lien radio en mode diffusion ainsi que sur au moins un second lien radio, distinct du premier.

La chaîne de transmission du réseau 10 de diffusion DVB-SH comporte des éléments des couches 1 et 2 du modèle ISO. La couche 2 (liaison de données) comprend un étage de codage canal, qui réalise un encodage correcteur d'erreur (en anglais FEC, pour « Forward Error Correction ») sur les données à transmettre. Cette couche liaison de données se trouve par exemple dans le nœud IPE 21.

La figure 2 illustre les différentes fonctions réalisées au sein du nœud IPE 21.

Le flux entrant de datagrammes de couche réseau (couche OSI de niveau 3) (on considèrera pour les besoins de la présente description qu'il s'agit de datagrammes IP sans pour autant que cela soit limitatif) est traité par des moyens d'encapsulation, qui encapsulent les datagrammes IP entrant dans des blocs, appelés sections MPE (en anglais « Multi-Protocol Encapsulation sections »), selon un procédé décrit aux sections 7 et 8 du document ETSI EN 301 192, v 1.4.1, intitulé « Digital Video Broadcasting (DVB) ; DVB specification for data broadcasting » et publié par l'ETSI en novembre 2004. Chaque section MPE contient un en-tête, un datagramme IP encapsulé, ainsi que des bits de parité obtenus par calcul d'un code de détection d'erreur CRC (en anglais « Cyclic Redundancy Check ») sur le datagramme IP et l'en-tête. Ces moyens d'encapsulation correspondent au module MPE 202 sur la figure 2.

L'encodage des sections MPE est ensuite effectué par le module d'encodage 203, qui réalise un premier encodage correcteur d'erreur intra section MPE produisant des trames appelées MPE-FEC, suivi d'un deuxième

encodage correcteur d'erreur inter trames MPE-FEC qui produit des trames appelées MPE-OFEC (pour « MPE Outer-FEC »).

La transmission des signaux par le système 10 de diffusion de contenus multimédia s'effectue selon un schéma de multiplexage temporel (TDM, « Time Division Multiplex ») de rafales (en anglais « bursts »), une rafale étant émise sur une tranche temporelle d'émission appelée « Time Slot ». Cette technique d'émission des données en rafale permet notamment d'économiser la consommation en puissance des équipements récepteurs, qui peuvent être des terminaux mobiles dont la batterie est une ressource critique qu'il convient d'économiser autant qu'il se peut. Elle est à rapprocher du procédé dit de « time slicing », introduit dans les spécifications DVB-H de diffusion de contenu vidéo vers des terminaux mobiles portatifs, dans le but de transmettre des données en rafale à un débit nettement plus élevé que le débit requis pour la transmission de contenus multimédia sur une interface air, afin de permettre au récepteur (notamment d'un terminal mobile) de n'être éveillé que pour recevoir les données pendant une rafale, dont la durée est limitée dans le temps. Le module TS 204 sur la figure 2 forme donc des rafales à partir des trames MPE-OFEC qu'il reçoit du module d'encodage FEC 203.

Revenant à la figure 1, les rafales produites par le module IPE 21 sont transmises au modulateur DVB-SH 22 pour être modulée et mise en forme en vue d'être émise par le module de transmission 23 vers l'équipement satellite 70 et/ou vers le réseau de répéteurs/émetteurs terrestre.

La figure 3 illustre l'application d'un premier encodage de type FEC à une séquence de symboles (dans l'exemple particulier de réalisation de l'invention décrit ci-après, on considère qu'un symbole est un octet binaire) formée par un ensemble de datagrammes de couche réseau (couche OSI de niveau 3) transportant des données à encoder. On constitue tout d'abord une rafale de datagrammes (en anglais « datagramme burst ») formée par la séquence de symboles des datagrammes constitutifs de la rafale, en commençant par la premier symbole de l'en-tête du premier datagramme et terminant par le dernier symbole des données utiles (« payload ») du dernier datagramme. On assigne d'autre part à chaque datagramme de la rafale une adresse pointant vers le premier symbole du datagramme, ce qui permet

d'identifier de manière unique chaque datagramme dans la rafale. La séquence d'entrée du codeur canal est organisée en mémoire selon une matrice logique de C colonnes représentée sur la figure 2 (C = 191 pour DVB-H ou DVB-SH), en remplissant la matrice logique 101 avec les symboles d'une rafale de datagrammes colonne par colonne, comme illustré sur la figure 2. Dans ce qui

5 suit, on entend par « matrice », « matriciel » ou « matrice logique », une organisation logique des données aux fins d'un traitement spécifique qui ne présuppose en rien de l'organisation des données dans une mémoire lorsque le traitement est effectivement mis en œuvre au sein d'un dispositif. Les

10 données à encoder sont ainsi organisées logiquement en mémoire (mémoire 205 sur la figure 2) selon une matrice 101 appelée ADT (« Application Data Table »). Le nombre R de lignes de la matrice logique ADT est un paramètre du système, choisi notamment en fonction de la longueur de la rafale de datagrammes en entrée (R=256, 512, 768 ou 1024 pour DVB-SH). Cette

15 matrice logique est auparavant initialisée avec des symboles de remplissage (en anglais « padding »), par exemple le symbole octet nul, de sorte que les dernières colonnes de la matrice logique ADT peuvent être remplies de symboles de remplissage si la taille de la rafale de datagrammes ne suffit pas pour remplir entièrement la matrice logique ADT. La taille maximale en nombre

20 de symboles d'une rafale de datagrammes est d'ailleurs de préférence choisie de manière à ne pas excéder le produit de C par R. Les données de la matrice logique ADT 101 sont encodées ligne par ligne, par calcul d'un vecteur de symboles de parité pour chaque ligne. L'un des objets de cette organisation logique matricielle est l'application d'un code en bloc aux vecteurs de données

25 constituées des lignes de la matrice logique ADT 101. L'encodage des lignes peut s'effectuer selon toute méthode de codage en bloc connue en soi, comme par exemple un encodage de type Reed-Solomon ou LDPC. On adjoint ainsi à la matrice logique ADT une matrice logique de symboles de parité (autrement appelés symboles de redondance), appelée RSDT, dont chaque ligne

30 correspond à un vecteur de symboles de parité résultant d'un encodage, par exemple de type Reed-Solomon (C+N,C), de la ligne correspondante de la matrice logique ADT. Le nombre de colonnes de la matrice logique RSDT 102 est égal à N (N = 64 pour DVB-H ou DVB/SH). Les lignes de la matrice logique

RSDT 102 sont aussi appelées FEC internes (en anglais « inner FEC »), du fait qu'elles protègent contre les erreurs de transmission les données d'une matrice logique ADT 101, avec une capacité de correction d'erreurs sur symboles (un symbole étant, dans cet exemple, un octet) égale à $Capacité_correction = N/2$ (soit 32 octets pour DVB-H ou DVB-SH). La matrice logique combinant les matrices logiques ADT 101 et RSDT 102 est par ailleurs appelée trame MPE-FEC.

Le premier encodage de type FEC appliqué aux sections MPE en sortie du module MPE 202 est effectué au sein du module d'encodage FEC 203, et produit une séquence de trames MPE-FEC $MPE-FEC_k$ d'indice séquentiel k .

La figure 4 illustre l'application d'un deuxième encodage de type FEC appliqué aux trames MPE-FEC. Dans l'exemple illustré, les données de B trames MPE-FEC consécutives selon l'ordre de séquence où elles sont produites par le module d'encodage MPE-FEC 203, sont mémorisées (en mémoire 205 sur la figure 2). B est de préférence choisi parmi les diviseurs de $C+N$. Comme illustré sur la figure 4 (pour laquelle B est choisi égal à 3), où l'on écrit les données de B trames MPE-FEC consécutives dans une matrice logique en bloc de dimensions $(2*B-1)*(C+N)/B$ colonnes, et $B*R$ lignes, les données de chaque trame MPE-FEC étant écrites en respectant leur organisation logique matricielle dans la matrice en bloc en appliquant à la trame de séquence j un décalage de $R*j$ lignes, et un décalage de $(C*j)/B$ colonnes, j étant un entier allant de 0 à $B-1$, on peut appliquer un code en bloc aux vecteurs de données constituées des éléments des colonnes de B trames MPE-FEC consécutives décalées. L'encodage des colonnes peut s'effectuer selon toute méthode de codage en bloc connue en soi, comme par exemple un encodage de type Reed-Solomon ou LDPC. On calcule ainsi, à partir des symboles des B sous-matrices 303a, 303b et 303c, par application d'un algorithme d'encodage correcteur d'erreur, une matrice de symboles de parité 304. Le bloc 304 de dimensions $S*R$ lignes (sur l'exemple illustré par la figure 4, S est choisi égal à 2) et $(C+N)/B$ colonnes comprend les symboles de parité de l'encodage des symboles des colonnes des B blocs 303a, 303b, et 303c constituées respectivement des colonnes de trames MPE-FEC consécutives

écrites dans la matrice logique en bloc 303. Les colonnes du bloc 304 sont aussi appelées FEC externes (en anglais « outer FEC »), du fait qu'elles protègent contre les erreurs de transmission se produisant sur plusieurs trames MPE-FEC. Les données de ce bloc peuvent être organisées en S sous-blocs

5 de dimensions R lignes et $(C+N)/B$ colonnes, de manière à adjoindre à une trame MPE-FEC S sous-blocs portant des symboles de parité de B trames MPE-FEC précédentes. La figure 4 illustre ce mécanisme d'encodage FEC avec $B = 3$ trames MPE-FEC MPE-FEC_k, MPE-FEC_{k+1} et MPE-FEC_{k+2}. Dans cet exemple, l'entier $(C+N)$ est choisi parmi les multiples de 3. Les données

10 des trois trames MPE-FEC MPE-FEC_k, MPE-FEC_{k+1} et MPE-FEC_{k+2} sont écrites dans la matrice logique en blocs 303 en respectant leur organisation logique matricielle décrite précédemment, selon le schéma exposé ci-dessus. La matrice logique en blocs $[O_{1,k}; O_{2,k}]$ résulte de l'encodage des vecteurs constituées par les colonnes de rang $1+(B-1)*(C+N)/B$ à $C+N$ pour la trame

15 MPE-FEC MPE-FEC_k, de rang $1+(C+N)/B$ à $(B-1)*(C+N)/B$ pour la trame MPE-FEC MPE-FEC_{k+1}, et de rang 1 à $(C+N)/B$ pour la trame MPE-FEC MPE-FEC_{k+2}. Les symboles de la sous-matrice $O_{1,k}$ et ceux de la sous-matrice $O_{2,k-1}$ sont adjoints à la trame MPE-FEC MPE-FEC_{k+1}, ceux de la sous-matrice $O_{1,k+1}$ et ceux de la sous-matrice $O_{2,k}$ sont adjoints à la trame MPE-FEC MPE-FEC_{k+2},

20 et ainsi de suite. Les trames MPE-FEC auxquelles sont adjoints des sous-blocs de redondance inter-trame MPE-FEC $O_{1,k+j}$ et $O_{2,k+j-1}$ sont appelées trames MPE-OFEC.

Ce deuxième encodage FEC des trames MPE-FEC produites par le premier encodage est effectué au sein du module d'encodage 203 sur la figure

25 2 en coopération avec le module mémoire 205. On peut pour réaliser ce deuxième encodage avantageusement utiliser le même schéma d'encodage que pour le premier encodage, c'est-à-dire le schéma d'encodage de Reed-Solomon décrit à la section 9 du document ETSI EN 301 192. Il est ainsi avantageux d'utiliser les mêmes moyens d'encodage, notamment s'ils sont

30 implémentés dans un composant hardware, pour l'encodage « inner-FEC » et l'encodage « outer-FEC ». Les éléments des colonnes des blocs 303a, 303b et 303c dans le cas où B est choisi égal à 3 peuvent être écrits dans une matrice de données ADT sur laquelle est appliquée l'encodage de Reed-Solomon

décrit à la section 9.5.1 du document ETSI EN 301 192. Ce procédé, décrit précédemment, permet de générer jusqu'à $N=64$ « sections FEC » (une section FEC étant constitué des symboles d'une colonne de la matrice RSDT générée à partir de l'encodage correcteur d'erreur des symboles de la matrice ADT).

Selon l'invention, on applique un code correcteur d'erreur avec un taux de codage permettant de générer un ensemble de symboles de redondance. On détermine ensuite un premier et second sous-ensembles de l'ensemble ainsi généré de symboles de redondance. Dans cet exemple de mise en œuvre de l'invention, le module d'encodage FEC 203 génère N sections FEC, mais n'en communique pour transmission avec les données systématiques que $N - COMP$ ($COMP$ étant choisi strictement inférieur à N) au module TS 204. Ainsi, sont conservées en mémoire $205 COMP$ sections FEC qui ne sont pas transmises à l'équipement récepteur 40 avec les données systématiques.

Par exemple, si les données correspondant à un contenu de chaîne de télévision sont diffusées par l'infrastructure DVB-SH 10 vers les équipements récepteur 40 en réception directe par l'équipement satellite 70, elles seront transmises avec un sous-ensemble de $N - COMP$ sections FEC parmi l'ensemble des N sections FEC calculées sur les trames MPE-FEC selon le second schéma d'encodage décrit ci-dessus. Cela permet de limiter l'usage de la bande passante du lien direct entre le satellite 70 et l'équipement récepteur 70 pour l'envoi d'informations de redondance tout en assurant un certain degré de protection contre les évanouissements longs susceptibles de se produire sur ce lien.

Les informations de redondance complémentaires, en l'occurrence les $COMP$ sections FEC, sont transmises vers l'équipement récepteur 40 sur un autre lien radio, par exemple via le réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30 qui transmet lui aussi des données vers l'équipement récepteur 40. Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, on conserve en mémoire $205 COMP$ sections FEC qui ne sont pas transmises vers l'équipement récepteur 40 avec les données systématiques ainsi que $COMP_1$ sections FEC qui sont transmises à l'équipement récepteur 40 avec les données systématiques, et on transmet les $COMP + COMP_1$ sections FEC vers l'équipement récepteur 40 sur

un autre lien radio, par exemple via le réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30. Selon encore un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, on conserve en mémoire 205 COMP sections FEC qui ne sont pas transmises vers l'équipement récepteur 40 avec les données systématiques, et on transmet COMP₂ parmi les COMP (COMP₂ < COMP) sections FEC vers l'équipement récepteur 40 sur un autre lien radio (par exemple via le réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30), COMP₂ étant choisi en fonction des ressources radio disponibles sur l'autre lien radio.

Dans l'exemple illustré par la figure 1 cette transmission des informations de redondance complémentaires, effectuée via le réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30, est aussi en mode diffusion. De cette manière, l'équipement récepteur 40 qui fait face à des évanouissements longs sur le lien direct avec l'équipement satellite 70 qui génèrent des pertes de données non récupérables par les informations de redondance transmises avec les données à transmettre, peut récupérer les informations de redondance complémentaires transmises via le réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30, pour tenter de corriger les erreurs de réception.

La signalisation des informations de redondance complémentaires transmises sur l'autre lien radio, peut par exemple être conforme au protocole SDP (« Session Description Protocol ») défini par l'IETF dans la RFC2327 publiée par l'IETF en Avril 1998. Ces informations de redondance complémentaires peuvent être transmises avec une information d'identification du flux de contenu porté par les symboles systématiques auxquels elles correspondent. Cette information d'identification peut par exemple consister en une adresse IP d'identification de flux ou d'identification de session de diffusion de flux. Cela permet à l'équipement récepteur 40 d'associer les informations de redondance complémentaires reçues sur l'autre lien radio avec les symboles systématiques et le premier sous-ensemble de symboles de redondance auxquels elles correspondent.

Afin d'informer l'équipement récepteur 40 qu'il peut chercher à obtenir des informations de redondance complémentaires sur un autre lien radio, le module d'encodage 203 de l'IPE 21 constitue, à partir des sections FEC générées par encodage des trames MPE-FEC, des sections dites « iFEC » (en

anglais « iFEC sections »). La structure d'une section iFEC est illustrée sur la figure 5. Une section iFEC comprend un en-tête, une partie données (« payload ») constituée des symboles d'une ou plusieurs sections FEC, ainsi que des bits de parité obtenus par calcul d'un code de détection d'erreur CRC (en anglais « Cyclic Redundancy Check ») sur les données et l'en-tête. On peut ainsi construire autant de sections iFEC qu'il y a de sections FEC générées pour les symboles systématiques d'une matrice ADT. L'ensemble des sections iFEC transmises dans une rafale, et ne correspondant donc pas à des informations de redondance complémentaires, constitue une rafale iFEC (en anglais « iFEC burst »). Chaque rafale iFEC comporte un nombre maximum R de sections iFEC indiqué dans l'en-tête de chaque iFEC. De plus, chaque section iFEC comporte dans son en-tête un numéro d'indice $j = 0 \dots R - 1$ l'identifiant de manière unique dans l'ensemble des R possibles sections iFEC d'une rafale. Enfin, chaque section iFEC porte dans son en-tête un indice de rafale iFEC k' , qui correspond à l'indice k de rafale de données à laquelle la rafale iFEC correspond.

Ainsi, lorsque l'équipement utilisateur 40 reçoit une rafale iFEC comprenant $R - \text{COMP}$ sections iFEC, chaque section iFEC portant indication dans son en-tête qu'une rafale iFEC peut transporter jusqu'à R sections iFEC, il peut en déduire que des sections iFEC complémentaires (au plus COMP) ont été transmises sur un autre lien radio que celui sur lequel il a reçu les $R - \text{COMP}$ sections iFEC. Une autre possibilité sans sortir du cadre de l'invention consiste à insérer le nombre de sections iFEC contenues dans la rafale iFEC dans l'en-tête de chaque section iFEC de la rafale. Le traitement de l'en-tête des sections iFEC complémentaires reçues sur un autre lien radio permet, par l'indice j de section iFEC et l'indice de rafale k , de les associer aux sections iFEC qu'elles viennent compléter.

Ce type de signalisation de la présence ou non d'informations de redondance complémentaires transmises sur un autre lien radio peut être, de manière alternative ou complémentaire, avantageusement effectuée par le biais d'une information sur le taux de codage effectif avec lequel l'ensemble des informations de redondance a été généré, information qui peut aussi par exemple être portée par l'en-tête des sections iFEC. La comparaison de cette

information avec le nombre de sections iFEC reçues dans une rafale iFEC, eu égard à la longueur de la séquence de symboles systématiques encodés, peut permettre au terminal de déduire la présence d'informations de redondance complémentaires. De manière alternative, on peut aussi transmettre une
5 information de taux de codage effectif, c'est-à-dire correspondant au nombre de symboles de redondance effectivement générés, et une information de taux de codage signalé, c'est-à-dire correspondant au nombre de symboles de redondance transmis avec les symboles systématiques.

La figure 6 est un schéma synoptique d'un équipement utilisateur
10 mettant en œuvre la présente invention selon un mode de réalisation particulier décrit ci-après.

L'équipement utilisateur 400 représenté sur la figure 6 comprend des moyens 402 de multiplexage/démultiplexage des signaux reçus par l'intermédiaire des moyens antenne 401 d'une part du satellite 70, et d'autre
15 part du réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30. Les moyens 402 de multiplexage/démultiplexage transmettent les signaux reçus du satellite vers des moyens 404 de traitement RF réception satellite, et les signaux reçus du réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30 vers des moyens 403 de traitement RF réception réseau de répéteurs/émetteurs terrestres. Les moyens
20 403, 405 de traitement radio effectuent l'ensemble des traitements radio sur les rafales reçues du réseau de répéteurs/émetteurs terrestres 30 ou du satellite, respectivement, sur les moyens antenne 401, et transmettent aux moyens 406 de démodulation DVB-SH les signaux reçus transportant les rafales. Les moyens 406 de démodulation transmettent aux moyens 407 de
25 désencapsulation IP des rafales de données après démodulation des signaux reçus transportant les rafales. Les moyens de démodulation 406, de désencapsulation 407, de mémoire 409 et les moyens processeur sont reliés à un bus de communication interne 410. Les moyens 407 de désencapsulation IP se chargent des traitements des couches 1 (couche physique) et 2 (liaison
30 de données), et comprennent des moyens 407a de traitement « time slicing » qui reconstituent à partir des rafales reçues un flux continu de données reçues, et des moyens 407b de décodage canal.

Les moyens 407a de traitement couche physique traitent les signaux

démodulés transportant les rafales reçues des moyens 406 de démodulation pour produire une séquence de trames MPE-OFEC. Ils traitent par ailleurs les signaux démodulés transportant des sections iFEC complémentaires reçues des moyens 406 de démodulation et consignent ces sections complémentaires
5 reçues en mémoire 409 à une adresse communiquée aux moyens 407b de décodage canal ou bien, de manière alternative, transmettent directement ces sections complémentaires aux moyens de décodage canal 407b. Les trames MPE-OFEC reçues des moyens 407a de traitement couche physique sont consignées en mémoire 409 pour être ensuite traitées par les moyens 407b de
10 décodage canal afin de déterminer si elles ont été ou non correctement reçues. Si une trame MPE-OFEC est correctement reçue et qu'une section MPE décodée a pu être produite, les données de la section MPE transportant le contenu multimédia sont transmises aux moyens 411 de lecture de contenu multimédia au moyen du bus de transmission de données interne 410,
15 éventuellement par l'intermédiaire de la mémoire 409. Si la trame MPE-OFEC n'est pas correctement reçue, elle pourra éventuellement être récupérée ou corrigée grâce aux informations de redondance portées par les trames MPE-OFEC suivantes et/ou précédentes, dans la limite de la capacité de correction de ces informations de redondance. Au-delà, les moyens de décodage
20 analysent les informations de signalisation accompagnant les informations de redondance reçues afin de déterminer si des informations de redondance complémentaires ont été transmises sur un autre lien radio. Si tel est le cas, les moyens de décodage FEC récupèrent les informations de redondance complémentaires afin de réitérer le processus de décodage avec l'ensemble
25 des informations de redondance reçues sur les différents liens radio.

REVENDICATIONS

1. Procédé de transmission de données depuis une infrastructure de réseau de radiocommunication vers un équipement récepteur sur une pluralité de liens radio, lesdites données étant organisées en séquence de symboles, le
5 procédé comprenant les étapes suivantes :
- Encoder selon un schéma de codage correcteur d'erreur les données à transmettre pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants;
 - Transmettre, sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, en
10 mode diffusion, les symboles systématiques et un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants ;
 - Transmettre, sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier, un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la transmission sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, d'un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants s'effectue en mode diffusion.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les premier et
20 second sous-ensembles de symboles de redondance sont distincts.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premier et second sous-ensembles de symboles de redondance correspondants sont choisis complémentaires de sorte que leur réunion constitue l'ensemble de symboles de redondance correspondants.
- 25 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'infrastructure de réseau de radiocommunication comprend un premier et un second sous-systèmes, l'équipement récepteur étant apte à recevoir des données transmises par les premier et second sous-systèmes, et dans lequel les symboles systématiques et le premier sous-ensemble de

l'ensemble de symboles de redondance correspondants sont transmis en mode diffusion vers l'équipement récepteur par le premier sous-système, et le second sous-ensemble de symboles de redondance correspondants sont transmis par le second sous-système.

5 6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le premier sous-système comprend une infrastructure de réseau de diffusion, et le second sous-système comprend une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'infrastructure de
10 réseau de diffusion est une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia de type DVB-H ou DVB-SH, et l'infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication est de type UMTS, WIMAX, CDMA2000 et/ou LTE.

8. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le premier sous-
15 système comprend une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite, et le second sous-système comprend une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel l'infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite et l'infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia sont de type DVB-SH.

20 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'encodage des données s'effectue selon un code correcteur d'erreurs de type Reed-Solomon.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'encodage des données s'effectue selon un code correcteur d'erreurs
25 de type Raptor.

12. Equipement récepteur agencé pour recevoir des données transmises depuis une infrastructure de réseau de radiocommunication sur une pluralité de liens radio, lesdites données étant organisées en séquence de symboles et encodées selon un schéma de codage correcteur d'erreur pour

produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants, l'équipement récepteur comprenant :

- 5 - des premiers moyens de réception de symboles systématiques et d'un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de lien radio, en mode diffusion ;
- 10 - des seconds moyens de réception d'un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier lien radio et des moyens de mémorisation de symboles dudit second sous-ensemble ;
- des moyens de décodage aptes à décoder et corriger les erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondances correspondants ;
- 15 - lesdits moyens de décodage étant en outre aptes à décoder et corriger les erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du second sous-ensemble de symboles de redondances correspondants.

13. Equipement récepteur selon la revendication 12, dans lequel les
20 moyens de décodage sont en outre agencés pour déterminer si les symboles systématiques nécessitent une correction supplémentaire après décodage et correction des erreurs au moyen de symboles de redondance du premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondances correspondants, et déclencher le décodage et la correction des erreurs sur les symboles
25 systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du second sous-ensemble de symboles de redondances correspondants lorsque le décodage et la correction des erreurs sur les symboles systématiques reçus au moyen de symboles de redondance du premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondances correspondants.

14. Equipement récepteur selon la revendication 12 ou 13, dans lequel les seconds moyens de réception d'un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier lien radio sont agencés pour recevoir ledit second sous-ensemble de symboles de redondance lorsqu'il est transmis en mode diffusion.

15. Equipement récepteur selon l'une quelconque des revendications 12 à 14 agencé pour recevoir des données transmises depuis une infrastructure de réseau de radiocommunication comprenant un premier et un second sous-systèmes, les premiers moyens de réception étant agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par le premier sous-système, et les seconds moyens de réception étant agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par le second sous-système.

16. Equipement récepteur selon la revendication 15, dans lequel les premiers moyens de réception sont agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par une infrastructure de réseau de diffusion, et les seconds moyens de réception sont agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication.

17. Equipement récepteur selon la revendication 16, dans lequel les premiers moyens de réception sont agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia de type DVB-H ou DVB-SH, et les seconds moyens de réception sont agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication est de type UMTS, WIMAX, CDMA2000 et/ou LTE.

18. Equipement récepteur selon la revendication 15, dans lequel les premiers moyens de réception sont agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite, et les seconds
5 moyens de réception sont agencés pour recevoir le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia.

19. Equipement récepteur selon la revendication 15, dans lequel les
10 premiers moyens de réception sont agencés pour recevoir des symboles systématiques et le premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis en mode diffusion par une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite de type DVB-SH, et les seconds moyens de réception sont agencés pour recevoir le second sous-
15 ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants transmis par une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia de type DVB-SH.

20. Equipement récepteur selon l'une quelconque des revendications 12 à 19, dans lequel les moyens de décodage sont en outre agencés pour
20 décoder des données encodées selon un code correcteur d'erreurs de type Reed-Solomon.

21. Equipement récepteur selon l'une quelconque des revendications 12 à 19, dans lequel les moyens de décodage sont en outre agencés pour décoder des données encodées selon un code correcteur d'erreurs de type
25 Raptor.

22. Station mobile de radiocommunication comprenant un équipement récepteur selon l'une quelconque des revendications 12 à 21.

23. Infrastructure de réseau de radiocommunication agencée pour transmettre des données vers un équipement récepteur sur une pluralité de

liens radio, lesdites données étant organisées en séquence de symboles, comprenant :

- 5 - des moyens d'encodage aptes à encoder selon un schéma de codage correcteur d'erreur les données à transmettre pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants;
- 10 - des premiers moyens de transmission, aptes à transmettre, sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, en mode diffusion, les symboles systématiques et un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants ;
- des seconds moyens de transmission, aptes à transmettre, sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier, un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants.

24. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon la
15 revendication 23, dans laquelle les seconds moyens de transmission sont aptes à transmettre, sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier, le second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants en mode diffusion.

25. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon l'une
20 quelconque des revendications 23 et 24, comprenant un premier sous-système comprenant les premiers moyens de transmission et un second sous-système comprenant les seconds moyens de transmission.

26. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon la
25 revendication 25, dans laquelle le premier sous-système comprend une infrastructure de réseau de diffusion comprenant les premiers moyens de transmission, et le second sous-système comprend une infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication comprenant les seconds moyens de transmission.

27. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon la revendication 26, dans laquelle l'infrastructure de réseau de diffusion est une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia de type DVB-H ou DVB-SH, et l'infrastructure de réseau cellulaire de radiocommunication est de type UMTS, WIMAX, CDMA2000 et/ou LTE.

28. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon la revendication 25, dans laquelle le premier sous-système comprend une infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite comprenant les premiers moyens de transmission, et le second sous-système comprend une infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia comprenant les seconds moyens de transmission.

29. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon la revendication 28, dans laquelle l'infrastructure de réseau de diffusion de contenu multimédia par satellite et l'infrastructure de réseau terrestre de diffusion de contenu multimédia sont de type DVB-SH.

30. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon l'une quelconque des revendications 23 à 29, dans laquelle les moyens d'encodage sont agencés pour effectuer un encodage des données selon un code correcteur d'erreurs de type Reed-Solomon.

31. Infrastructure de réseau de radiocommunication selon l'une quelconque des revendications 23 à 29, dans laquelle les moyens d'encodage sont agencés pour effectuer un encodage des données selon un code correcteur d'erreurs de type Raptor.

32. Nœud d'infrastructure de réseau de radiocommunication agencée pour transmettre des données vers un équipement récepteur sur une pluralité de liens radio, comprenant :

- des moyens pour recevoir des données à transmettre organisées en séquence de symboles ;

- des moyens d'encodage aptes à encoder selon un schéma de codage correcteur d'erreur les données à transmettre pour produire un ensemble de symboles systématiques et un ensemble de symboles de redondance correspondants;
- 5 - des moyens de transmission, agencés pour transmettre à un premier équipement de transmission radio de l'infrastructure les symboles systématiques et un premier sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants pour transmission sur un premier lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, en mode diffusion ;
- 10 - lesdits moyens de transmission étant en outre agencés pour transmettre à un second équipement de transmission radio de l'infrastructure un second sous-ensemble de l'ensemble de symboles de redondance correspondants pour transmission sur un second lien radio parmi ladite pluralité de liens radio, distinct du premier.
- 15 33. Nœud encapsulateur IP de type DVB-H comprenant un nœud d'infrastructure selon la revendication 32.
- 34. Nœud Network Head End de type DVB-SH comprenant un nœud d'infrastructure selon la revendication 32.
- 35. Programme d'ordinateur, chargeable dans une mémoire associée à
20 un processeur, et comprenant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 lors de l'exécution dudit programme par le processeur.
- 36. Support informatique sur lequel est enregistré un programme selon la revendication 35.

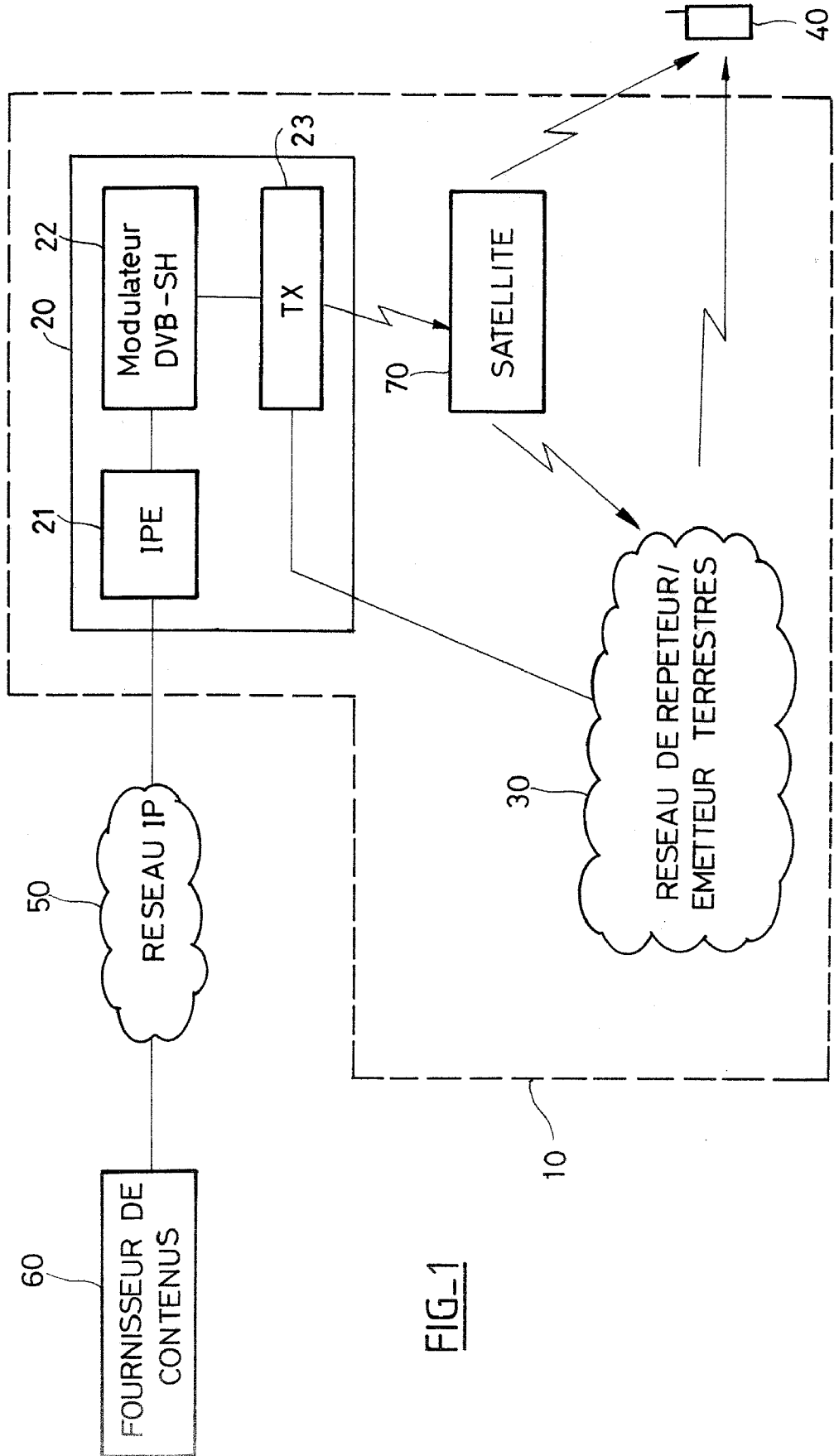
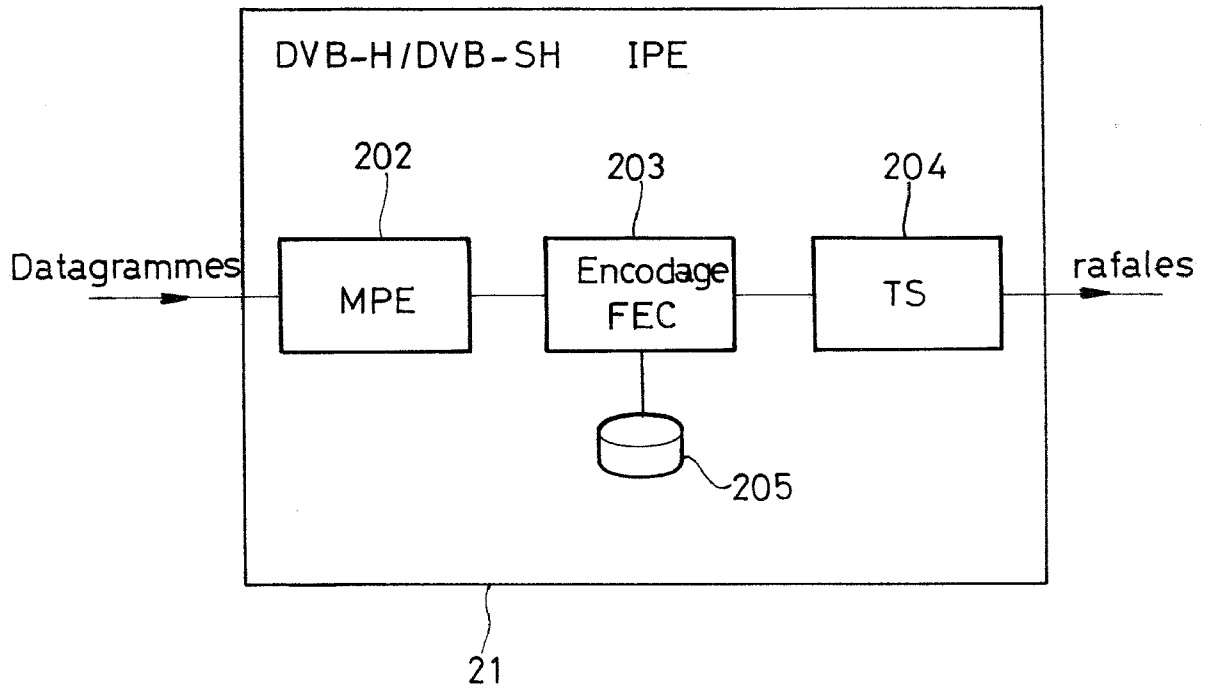


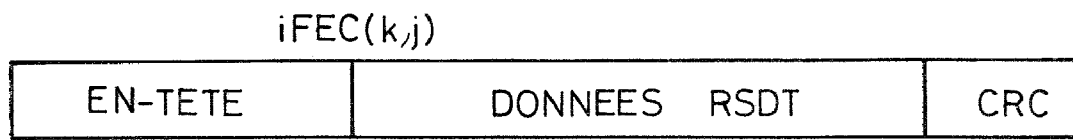
FIG-1

2/6

FIG_2



FIG_5



Indice-section-iFEC = j
 taille-rafale-iFEC = t ≤ R
 indice-rafale = k'

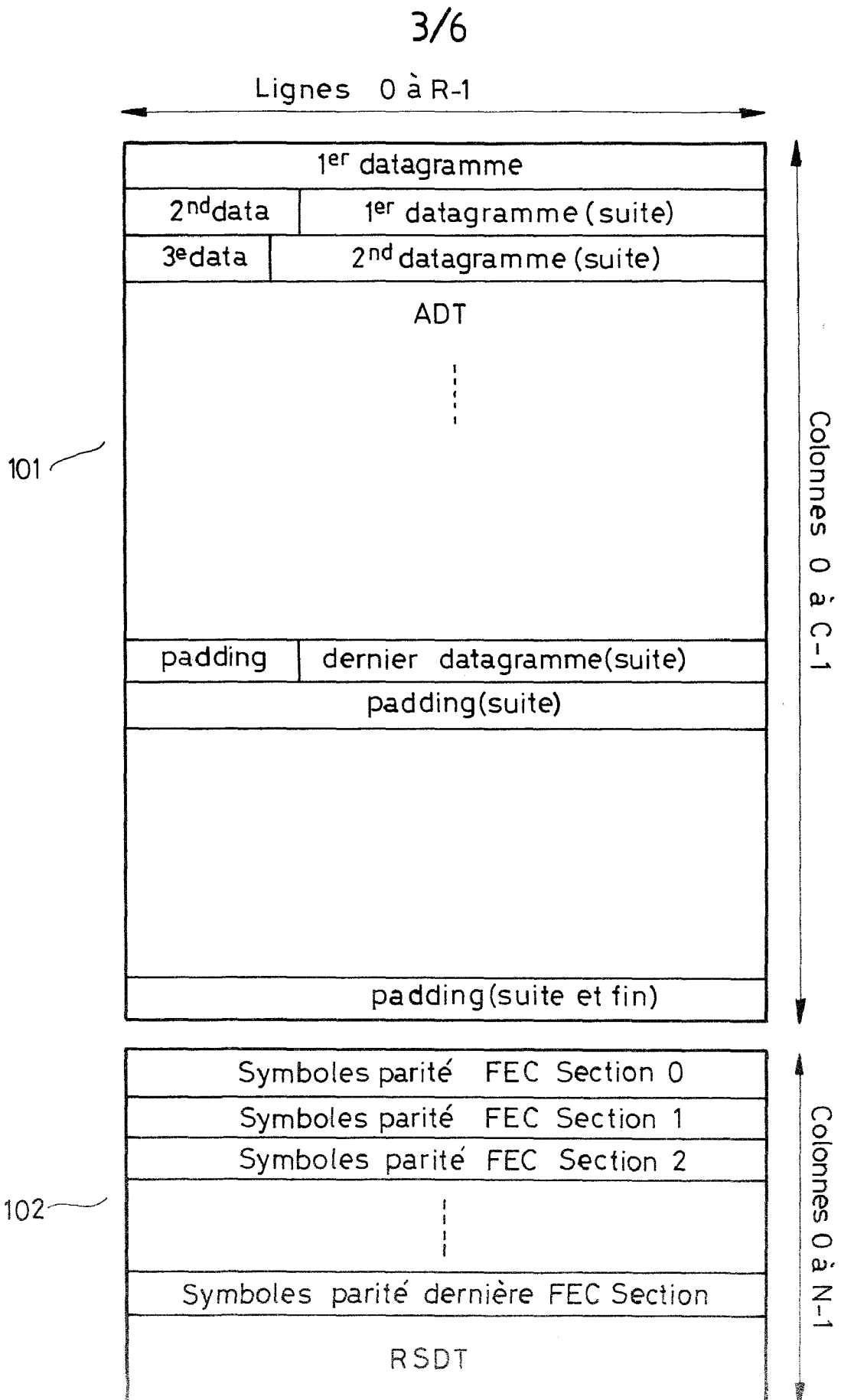
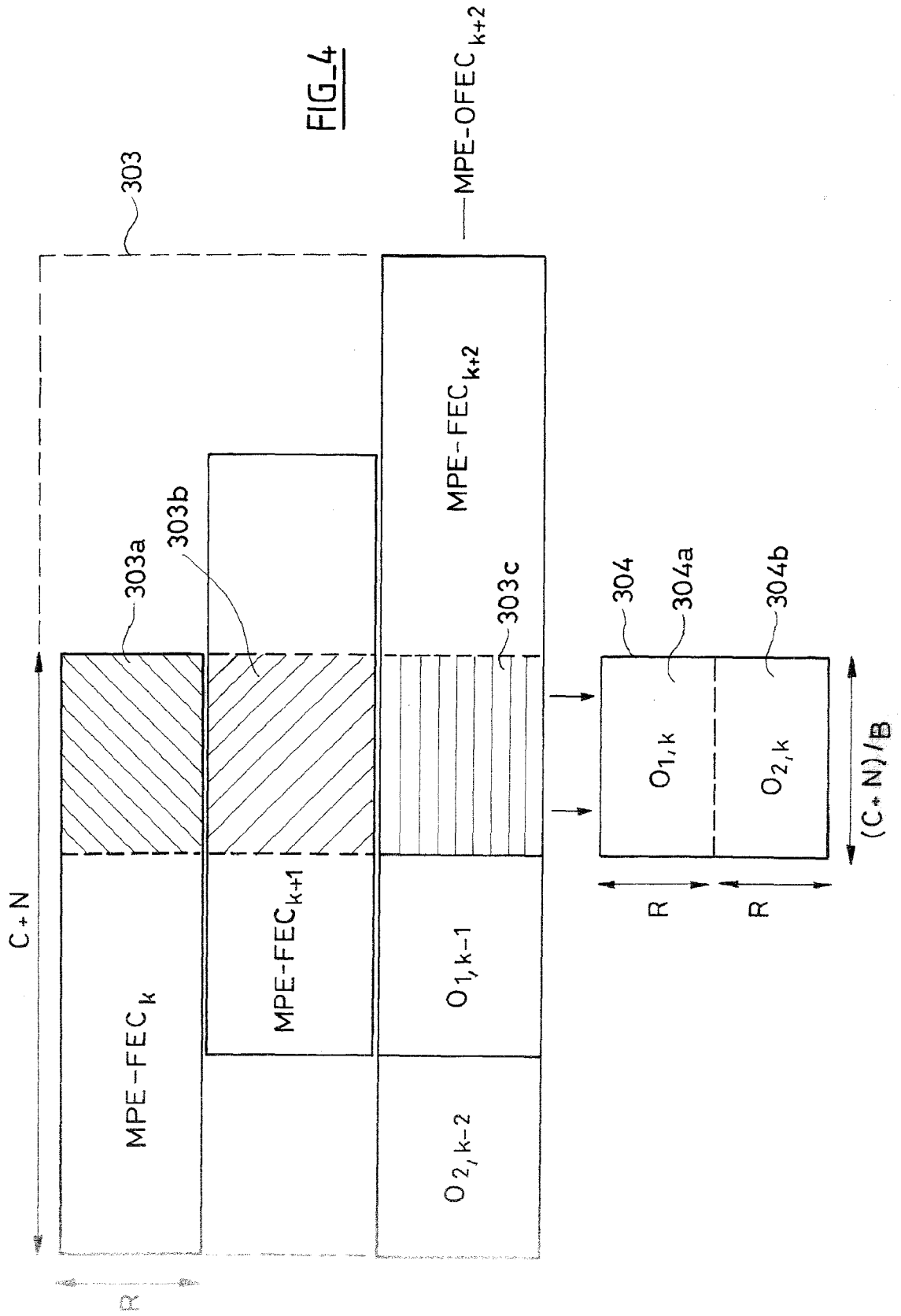


FIG. 3



5/6

FIG_6

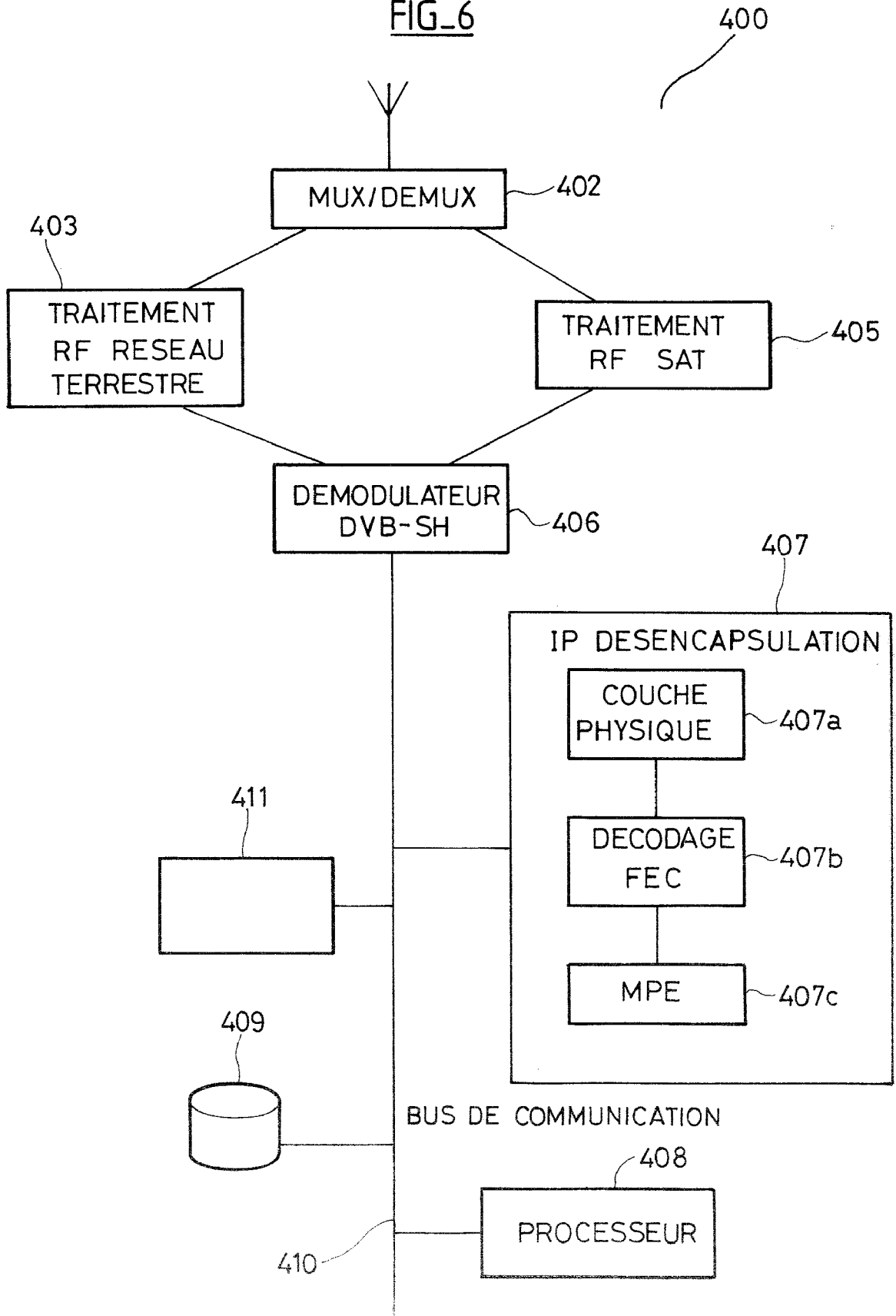
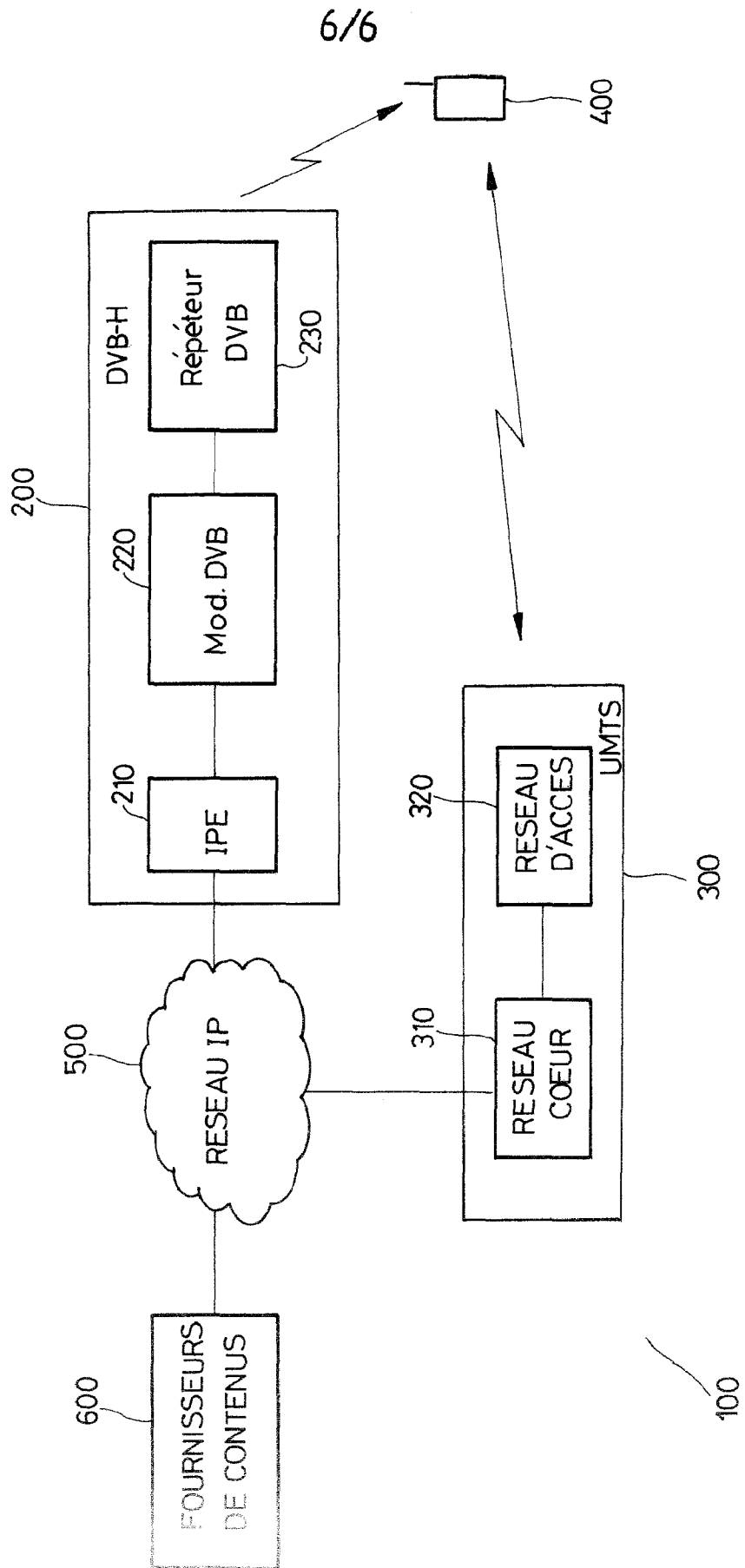


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2008/052044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04L/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L H04H

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/200499 A1 (KHAYRALLAH ALI S [US]) 23 October 2003 (2003-10-23) paragraph [0001] - paragraph [0002] paragraph [0004] - paragraph [0005] paragraph [0033] - paragraph [0034]; figure 4 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> ----- -/-- </div>	1-36

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *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)
- *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

- *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
- *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
- *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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 avril 2009

Date of mailing of the international search report

29/04/2009

Name and mailing address of the ISA/
 European Patent Office, P.B. 5316 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martínez Martínez, V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2008/052044

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>MUGEN PENG . WENBOWANG: "A Unified Architecture and Key Techniques for Interworking between WiMAX and Beyond 3G/4G Systems" WIRELESS PERS COMMUN, 2 October 2007 (2007-10-02), XP002497707 Retrieved from the Internet: URL: http://www.springerlink.com/content/e24132r6538m1137/fulltext.pdf page 67 page 69 page 77 - page 78</p>	1-36
A	<p>CHRISTOPH HAUSL ET AL: "Relay communication with hierarchical modulation" IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 10, no. 1, 1 January 2007 (2007-01-01), pages 64-66, XP011171862 ISSN: 1089-7798 * II. System Description.*figures 1,2</p>	1-36
A	<p>AURELIAN BRIA: "Future Hybrid Cellular-Broadcasting Systems for Multimedia Multicasting" COMPUTING IN THE GLOBAL INFORMATION TECHNOLOGY, 2006. ICCGI 2006. INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE ON BUCHAREST, ROMANIA 01-03 AUG. 2006, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 1 July 2006 (2006-07-01), pages 18-18, XP031056586 ISBN: 978-0-7695-2629-4 the whole document</p>	1-36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2008/052044

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003200499	A1	23-10-2003	
		AU 2003220428 A1	03-11-2003
		EP 1500219 A1	26-01-2005
		WO 03090398 A1	30-10-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale n°

PCT/FR2008/052044

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04L1/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04L H04H		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
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, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2003/200499 A1 (KHAYRALLAH ALI S [US]) 23 octobre 2003 (2003-10-23) alinéa [0001] - alinéa [0002] alinéa [0004] - alinéa [0005] alinéa [0033] - alinéa [0034]; figure 4	1-36
X	MUGEN PENG . WENBOWANG: "A Unified Architecture and Key Techniques for Interworking between WiMAX and Beyond 3G/4G Systems" WIRELESS PERS COMMUN, 2 octobre 2007 (2007-10-02), XP002497707 Extrait de l'Internet: URL: http://www.springerlink.com/content/e24132r6538m1137/fulltext.pdf page 67 page 69 page 77 - page 78	1-36
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/>
		Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *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) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	*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 *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 *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 *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
21 avril 2009		29/04/2009
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Martínez Martínez, V

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/052044

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>CHRISTOPH HAUSL ET AL: "Relay communication with hierarchical modulation" IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 10, no. 1, 1 janvier 2007 (2007-01-01), pages 64-66, XP011171862 ISSN: 1089-7798 * II. System Description.*figures 1,2 -----</p>	1-36
A	<p>AURELIAN BRIA: "Future Hybrid Cellular-Broadcasting Systems for Multimedia Multicasting" COMPUTING IN THE GLOBAL INFORMATION TECHNOLOGY, 2006. ICCGI 2006. INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE ON BUCHAREST, ROMANIA 01-03 AUG. 2006, PISCATAWAY, NJ, USA,IEEE, 1 juillet 2006 (2006-07-01), pages 18-18, XP031056586 ISBN: 978-0-7695-2629-4 le document en entier -----</p>	1-36

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale n°

PCT/FR2008/052044

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003200499 A1	23-10-2003	AU 2003220428 A1	03-11-2003
		EP 1500219 A1	26-01-2005
		WO 03090398 A1	30-10-2003
