

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 15.03.02.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.09.03 Bulletin 03/38.

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

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : THOMSON LICENSING S.A. Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : BORDES PHILIPPE, FRANCOIS EDOUARD, GUILLOTTE PHILIPPE et KERBER THIERRY.

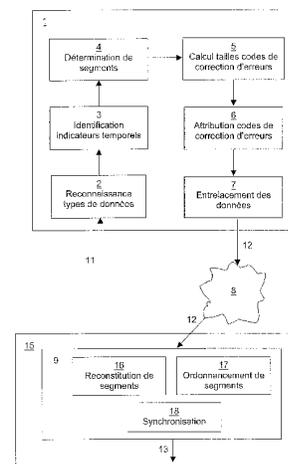
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : THOMSON MULTIMEDIA.

54) DISPOSITIF ET PROCÉDE D'INSERTION DE CODES DE CORRECTION D'ERREURS ET DE RECONSTITUTION DE FLUX DE DONNÉES, ET PRODUITS CORRESPONDANTS.

57) La présente invention concerne un dispositif d'insertion (1) de codes de correction d'erreurs dans des flux de données (11) destinés à être diffusés par paquets dans un réseau (8), un dispositif de reconstitution (9) de flux de données (13), et des procédés et produits correspondants.

Le dispositif d'insertion comprend une unité d'identification (3) d'indicateurs de re-synchronisation répartis dans les flux de données et une unité de détermination (4) de segments successifs dans ces flux, les segments formant des partitions des données comprises entre deux indicateurs de re-synchronisation consécutifs. Il comprend aussi une unité d'attribution (6) à chacun de ces segments, d'un ensemble de codes de correction d'erreurs, ces ensembles de codes ayant des tailles décroissantes entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs. De préférence, le dispositif comprend aussi une unité d'entrelacement (7) de données.



FR 2 837 332 - A1



La présente invention se rapporte à des dispositifs et à des procédés d'insertion de codes de correction d'erreurs dans des flux de données et de reconstitution de flux de données, ainsi qu'à des produits correspondants.

5

Les techniques de transmission en continu de fichiers multimédia, appelées aussi « streaming », autorisent des internautes à lire ces fichiers en temps réel pendant la transmission, sans avoir à attendre leurs téléchargements complets. Pour ce faire, les données des fichiers sont classiquement découpées en petits éléments de manière à être transportées d'un serveur vers un client dans des paquets de taille inférieure à une taille critique. Cette taille, notée habituellement *MTU\_size*, représente la taille maximale que peut transporter le réseau. Elle est déterminée à la fois par des considérations matérielles ou hardware telles que la physique du réseau (mode de transfert asynchrone, noté ATM pour « Asynchronous Transfer Mode » ; protocole Internet ou IP ; communication sans fil...), et par des considérations logicielles ou software (routeurs constituant le réseau).

En pratique, du fait de l'hétérogénéité à la fois des routeurs (aux capacités différentes) et du trafic (protocole Internet de contrôle de transmission ou TCP pour « Transmission Control Protocol » ; protocole de datagramme utilisateur ou UDP pour « User Datagram Protocol »... avec des débits fortement variables dans le temps), un réseau Internet est sujet à des congestions locales qui se traduisent notamment par des pertes de paquets.

Au niveau du client, associé à un décodeur, la perte d'un paquet se traduit par une discontinuité ou plusieurs discontinuités (en cas d'utilisation d'une technique d'entrelacement) dans les données qu'il reçoit. Le décodeur doit alors se re-synchroniser sur des mots spéciaux du train binaire (en anglais « bit stream »), tels que des entêtes d'images ou des marqueurs de re-synchronisation s'ils sont présents, comme c'est le cas

30

dans de la vidéo transmise selon la norme de compression MPEG4. L'ajout de ces derniers marqueurs augmente la robustesse aux erreurs (en anglais « errors resilience »), mais ajoute du surdébit, appelé également « overhead » (environ 25 octets). Ainsi, l'efficacité du codage est réduite, ce  
5 qui conduit à en restreindre l'usage.

Par la suite, on désignera par « indicateurs de re-synchronisation » des indicateurs insérés dans le flux de données, et servant à effectuer une synchronisation, de préférence lors du processus de  
10 décodage, qu'il s'agisse d'un changement de temps dans le flux (comme avec des entêtes d'images) ou d'une synchronisation au sein d'une même image (donc au cours d'un même instant temporel, comme avec des marqueurs de re-synchronisation).

15 Le protocole TCP permet de remédier au problème de perte de paquets, en retransmettant systématiquement les paquets perdus non acquittés en retour par le client. Mais ce protocole est peu approprié au streaming vidéo, car il introduit des valeurs de délais de retransmission et de gigue inacceptables. On lui préfère donc le protocole UDP.

20 Pour protéger des flux UDP contre des pertes, une technique répandue consiste en l'utilisation de codes de correction d'erreurs sans voie de retour, ou FEC (pour « Forward Error Correction codes »), avec entrelacement de données. De tels FEC peuvent notamment consister en  
25 des codes de parité ou des codes Reed-Solomon. Ils introduisent un niveau prédéfini de redondance permettant de reconstituer des paquets perdus.

On distingue deux types de telles techniques de correction d'erreurs :

30 - les méthodes à entrelacement avec protection uniforme ou techniques ELP-entrelacé (pour « Equal Lost Protection »), protégeant uniformément chaque paquet de données,

- et les méthodes à entrelacement avec protection variable ou techniques ULP-entrelacé (pour « Unequal Lost Protection »), protégeant davantage certaines parties du train binaire que d'autres, selon le type de données des paquets.

5

Cependant, les reconstitutions d'une partie des paquets perdus s'avèrent conduire à une taille de données exploitable moindre que celle qu'on pourrait espérer. En effet, lorsqu'on rétablit des paquets sans pouvoir les synchroniser de manière appropriée, ces paquets sont généralement  
10 inutilisables. Pour réduire les risques de pertes des indicateurs de re-synchronisation (tels qu'entêtes d'images ou marqueurs de re-synchronisation), on peut appliquer la méthode ULP-entrelacé en accordant un niveau de protection supérieur à ces indicateurs. L'efficacité des reconstitutions reste néanmoins restreinte, car toute interruption dans la  
15 chaîne des paquets synchronisés porte atteinte aux paquets suivants, jusqu'au prochain indicateur de re-synchronisation.

La présente invention concerne un dispositif d'insertion de codes de correction d'erreurs dans des flux de données, permettant d'augmenter  
20 l'efficacité des reconstitutions, c'est-à-dire la taille moyenne de données exploitables par un récepteur, par rapport à des méthodes ELP-entrelacé et ULP-entrelacé connues.

Le dispositif de l'invention peut procurer une amélioration sensible  
25 des résultats, tout en étant capable d'offrir des paramètres de contrôle précis permettant d'adapter la technique mise en œuvre selon l'environnement. Il peut reposer sur une architecture autorisant la mise en œuvre de techniques classiques de streaming pour flux de type UDP, sans requérir un développement et une mise en œuvre complexes.

30

L'invention concerne également un procédé d'insertion ayant les avantages mentionnés ci-dessus, et un dispositif et un procédé de

reconstitution de flux de données correspondants. Elle s'applique de plus à un signal numérique et un programme d'ordinateur.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'insertion de  
5 codes de correction d'erreurs dans au moins un flux de données destiné à être diffusé par paquets dans un réseau. Chacun de ces flux inclut des indicateurs de re-synchronisation répartis dans le flux, et les données comprises entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs constituent un bloc de données. Le dispositif d'insertion de  
10 codes comprend :

- une unité de détermination de segments de données successifs dans les flux,
- et une unité d'attribution à chacun de ces segments, d'un ensemble de codes de correction d'erreurs, préférentiellement du type codes  
15 FEC, ces ensembles de codes ayant des tailles variables selon les segments.

Selon l'invention, le dispositif d'insertion comprend également une unité d'identification des indicateurs de re-synchronisation, l'unité de  
20 détermination de segments est prévue pour déterminer les segments en effectuant des partitions des blocs de données et l'unité d'attribution est prévue pour affecter des tailles décroissantes aux ensembles de codes entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs.

En mentionnant que les tailles des ensembles de codes sont  
25 « décroissantes » entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs du flux considéré, appelés ci-après respectivement indicateurs de re-synchronisation amont et aval, on entend que :

- 30 - la taille de l'ensemble de codes associé au segment immédiatement en aval de l'indicateur de re-synchronisation amont est

strictement supérieure à la taille de l'ensemble de codes associé au segment immédiatement en amont de l'indicateur de re-synchronisation aval,

- et les tailles des ensembles de codes respectivement associés aux segments consécutifs du bloc de données compris entre les indicateurs de re-synchronisation amont et aval sont non croissantes, donc sont soit constantes, soit strictement décroissantes.

Ainsi, selon l'invention, on applique un niveau de protection variable aux données selon leur emplacement dans le flux : dans chaque bloc de données compris entre deux indicateurs de re-synchronisation amont et aval consécutifs, plus les paquets sont proches de l'indicateur de re-synchronisation amont, mieux ils sont protégés (« mieux » pouvant signifier un niveau de protection stationnaire sur certaines parties). Cette réalisation contraste de manière inattendue avec les méthodes connues du type ULP-entrelacé, dans lesquelles la protection variable dépend du type de données.

Le dispositif de l'invention permet de tenir compte des conséquences plus ou moins dommageables de la perte de paquets, selon leurs positions par rapport aux indicateurs de re-synchronisation. Ceci est illustré sur les figures 1A et 1B, qui représentent de manière schématique un bloc B de données comprises entre deux marqueurs de re-synchronisation respectivement amont  $RM_i$  et aval  $RM_{i+1}$  dans un flux 12 de données. Les dimensions des différentes entités représentées sur ces figures sont purement illustratives. A titre d'exemple, le bloc B est partagé en quatre segments de données consécutifs SM1, SM2, SM3 et SM4. Les autres blocs du flux 12 sont présumés construits de manière similaire.

La perte du dernier segment SM4 du bloc B (Figure 1A), créant une discontinuité DIS-A, ne porte pas préjudice aux autres segments SM1, SM2 et SM3. Ainsi, les données exploitables ont une longueur LA couvrant la majorité du bloc B. En revanche, la perte du deuxième segment SM2

(Figure 1B), créant une discontinuité DIS-B, rend inutilisables aussi les segments suivants SM3 et SM4 du bloc B, puisque à la réception, il n'est pas possible de synchroniser correctement leur contenu. Les données exploitables du bloc B sont alors réduites à la longueur LB du seul segment  
5 SM1, unique segment pouvant être correctement décodé.

La protection décroissante en fonction de l'éloignement de l'indicateur de re-synchronisation amont (en l'occurrence le marqueur  $RM_i$ ) apparaît ainsi particulièrement judicieuse.

10

En plus de son caractère inattendu, le dispositif de l'invention va totalement à l'encontre d'une approche classique de la question. En effet, comme indiqué plus haut, les techniques usuelles de protection des données reposent sur un entrelacement des paquets de données (méthodes ELP-entrelacé ou ULP-entrelacé), qui permet de réduire considérablement les  
15 risques de pertes conjointes d'informations utiles et d'informations de redondance. Or, la simple application de l'entrelacement ULP classique à des tailles de codes FEC variables en fonction des positions des paquets, non seulement ne conduit pas à une amélioration de la situation, mais la  
20 dégrade.

A titre d'illustration, on peut reprendre l'exemple précédent (en référence aux figures 1A et 1B) et considérer l'application de la méthode ELP-entrelacé (Figure 2A). Les quatre segments SM1...SM4 ayant une  
25 même taille et étant associés respectivement à des ensembles de codes FEC notés FEC1...FEC4, également de taille constante, on définit des séquences  $S_j$  formées chacune respectivement de données associées aux segments SM $_j$  (notées aussi SM $_j$  pour simplifier) et de l'ensemble de codes FEC $_j$  associé, avec  $j = 1, 2, 3$  ou  $4$ . Ces séquences  $S_j$  forment un groupe  
30  $G_0$ , utilisé pour l'entrelacement. Pour constituer les paquets  $P_0$ , de tailles identiques, on juxtapose des portions de tailles constantes respectivement des séquences  $S_1$  à  $S_4$ .

Dans une version ULP-entrelacé mettant en œuvre des niveaux variables de protection selon les parties du bloc B (Figure 2B), on transpose les méthodes connues dans ce domaine en définissant des séquences  
5 S'1...S'4 de taille constante pour constituer un groupe G'0. Chacune d'entre elles S'j est formée de données associées à un segment SM'j (notées aussi SM'j pour simplifier) et d'un ensemble de codes FEC noté FEC'j, les ensembles FEC'j ayant une taille décroissante en fonction de l'éloignement des segments SM'j associés au marqueur amont RMi. Ainsi, le premier  
10 ensemble FEC'1 a la taille maximale, le quatrième FEC'4 a la taille minimale, et les deuxième et troisième ensembles FEC'2 et FEC'3 ont une taille intermédiaire. Les données associées aux segments SM'j ont par conséquent une évolution contraire.

15 De plus, étant donné que le bloc B est prédéfini, ces segments SM'j en constituent une nouvelle partition, et leur taille cumulée est donc la même que celle des segments SMj de la méthode ELP-entrelacé. Qui plus est, afin de pouvoir comparer correctement les techniques ELP et ULP, on dispose du même volume total de codes FEC pour le bloc B dans les deux  
20 cas. En pratique, on se contente de transférer une portion de protection prévue pour le quatrième segment vers le premier segment. Comme pour la méthode ELP-entrelacé, on construit alors des paquets P'0 en juxtaposant des portions de taille constante respectivement des quatre séquences S'1...S'4.

25 On peut vérifier que l'efficacité de la méthode ULP-entrelacé ainsi obtenue, en appliquant des règles usuelles au nouveau concept de l'invention, conduit à une perte d'efficacité par rapport à la méthode ELP-entrelacé. En effet, en notant p2 et p3 respectivement les probabilités de  
30 perte de deux et de trois paquets dans le bloc B ( $p_3 < p_2$ ), et LSMj et LSM'j respectivement les tailles des segments SMj et SM'j :

- le gain statistique de la méthode ELP-entrelacé par rapport à ULP-entrelacé est donné par le produit  $p3 \times LSM'1$ , car en cas de perte de trois paquets, au lieu de perdre tous les segments du bloc B, on préserve le premier de taille  $LSM'1$  ;

5           - mais la perte statistique est donnée par le produit  $p2 \times LSM4$ , car en cas de perte de deux paquets, au lieu de conserver tous les segments du bloc B, on perd le quatrième, de taille  $LSM4$  ;

- de telle sorte que le bilan vaut :  $(p3 \times LSM'1 - p2 \times LSM4)$ , qui est négatif.

10

Le constat de cet exemple est généralisable, car la meilleure protection des segments amont, de taille réduite, est contrebalancée par la moins bonne protection des segments aval, de taille accrue, et les pertes de paquets causent un préjudice en aval qui n'est pas compensé par la

15   sécurisation en amont.

Le dispositif de l'invention est donc non seulement inattendu, mais également surprenant, car il va à l'encontre de ce qui semblerait réhibitoire pour des personnes explorant cette voie selon des procédés connus. Les

20   modes de réalisation mentionnés plus bas et la description détaillée permettront au lecteur de constater que le dispositif de l'invention peut permettre malgré tout d'obtenir des gains substantiels par rapport à la méthode ELP-entrelacé.

25           De préférence, les indicateurs de re-synchronisation comprennent des marqueurs de re-synchronisation et/ou des entêtes d'images.

Dans une forme préférée de réalisation, le dispositif d'insertion comprend également une unité d'entrelacement de données, apte à

30   déterminer des groupes de séquences de données et à former les paquets en juxtaposant des portions de ces séquences.

Le dispositif de l'invention est en effet particulièrement adapté à l'entrelacement de données, qui peut permettre comme dans les formes plus traditionnelles de réduire considérablement les risques de pertes conjointes à la fois d'informations utiles et d'informations redondantes associées (donc  
5 les risques de pertes irrémédiables), bien que les résultats exposés plus haut puissent laisser croire le contraire.

L'entrelacement de données n'est cependant pas nécessaire et dans une variante de réalisation, on forme les paquets de manière  
10 séquentielle à partir des données, en s'assurant que la taille de chaque segment et de chaque ensemble de codes de correction d'erreurs est supérieure à la taille des paquets. Cette variante, plus simple à mettre en œuvre, conduit à des performances moindres que celles pouvant être obtenues avec entrelacement.

15

Dans les réalisations avec entrelacement, l'unité d'entrelacement de données est préférentiellement telle que chacune des séquences est constituée d'un des segments et de l'ensemble de codes de correction d'erreurs associé à ce segment. On améliore ainsi les possibilités de  
20 contrôle de la formation des paquets et on facilite leur mise en œuvre.

On distingue deux formes de réalisation particulièrement intéressantes avec cette définition des séquences. Selon la première forme d'entrelacement, l'unité d'entrelacement de données est capable d'être telle  
25 que :

- pour chacun des groupes de séquences, les séquences, les segments, les ensembles de codes, les paquets et les portions de séquences ont respectivement des tailles constantes,
- et chacun des paquets associés à ce groupe de séquences est  
30 formé en juxtaposant des portions respectivement de toutes les séquences de ce groupe.

Cette réalisation, représentant un type inhabituel d'entrelacement, permet de surmonter les difficultés mentionnées plus haut et de cumuler les avantages de l'entrelacement et des niveaux de protection variables selon les positions des paquets par rapport aux indicateurs de re-synchronisation.

5 On observe de fait qu'une amélioration significative d'efficacité peut être obtenue par rapport à une technique ELP-entrelacé. Le succès de cette solution s'explique de la manière suivante : dans chaque groupe de séquences utilisé pour des entrelacements, les codes FEC ont une taille constante. Ainsi, la perte de paquets a des conséquences uniformes sur  
10 l'ensemble des séquences de ce groupe, et on évite de la sorte d'affaiblir de façon préjudiciable la protection de certaines des séquences. Qui plus est, le niveau de protection variable selon la position par rapport aux indicateurs de re-synchronisation, reporté aux groupes de séquences, réduit les risques de rendre des données inexploitable par défaut de synchronisation. Pour  
15 simplifier, on désignera cette réalisation comme mettant en œuvre une « protection groupée ».

Avantageusement, l'unité d'entrelacement de données est alors telle que pour chacun des blocs de données, les segments inclus dans tous  
20 les groupes de séquences comprenant au moins une des séquences associées à ce bloc ont une taille constante.

On parvient de cette manière à une meilleure maîtrise des niveaux de protection dans chaque bloc, puisque les tailles des ensembles  
25 de codes de correction d'erreurs dans chacun des groupes de séquences associés à ce bloc représentent exactement la proportion de codes de correction d'erreurs.

Selon la deuxième forme d'entrelacement dans laquelle chaque  
30 séquence est constituée d'un segment et de l'ensemble de codes associé, l'unité d'entrelacement de données est capable d'être telle que :

- les segments, les paquets et les portions ont respectivement des tailles constantes et les ensembles de codes de correction d'erreurs et les séquences ont des tailles variables,

5 - le groupe de séquences est constitué d'au moins deux sous-groupes de séquences associés à respectivement au moins deux blocs de données successifs,

- et chacun des paquets associés à ce groupe de séquences est formé en juxtaposant des portions respectivement de séquences distinctes de ce groupe.

10

Cette réalisation constitue également une forme inhabituelle d'entrelacement, avec des tailles variables des séquences et la prise en compte conjointe de plusieurs blocs dans chaque groupe de séquences. Son succès s'explique par la constance des tailles de segments de données, en  
15 dépit des tailles variables des ensembles de codes au sein du groupe, et par les potentialités de report des constitutions de fins de paquets d'un sous-groupe au suivant. Pour simplifier, on désignera cette réalisation comme mettant en œuvre un « enchaînement temporel ». Le dispositif d'insertion dispose de préférence des deux formes d'entrelacement ci-dessus.

20

Par ailleurs, l'unité d'entrelacement de données est avantageusement capable d'être telle qu'au moins un des groupes de séquences contient des séquences associées à plusieurs des blocs de données successifs et que chacun des paquets est formé en juxtaposant  
25 des portions de séquences associées à tous ces blocs. Ce mode d'entrelacement peut être combiné avec la première ou la deuxième formes mentionnées plus haut. Pour simplifier, on désignera cette réalisation comme mettant en œuvre un « entrelacement temporel ».

30

Il est particulièrement intéressant que le dispositif d'insertion ait la capacité d'exercer plusieurs des modes d'entrelacement exposés plus haut, car il devient alors possible d'adapter la stratégie de d'entrelacement en

fonction des flux considérés et des spécificités du réseau. Ainsi, dans une mise en œuvre préférée, on effectue une partition des tailles de blocs en trois intervalles définissant respectivement des blocs de « petite », « moyenne » et « grande » tailles. Les limites de ces intervalles sont choisies  
5 notamment en fonction de la taille des paquets (dépendant des spécificités du réseau), du nombre de segments de chaque bloc (dépendant en particulier des capacités de traitement pour le codage et le décodage) et des niveaux de protection mis en œuvre. On associe ensuite à chacun des intervalles les méthodes d'entrelacement suivantes :

- 10 - grande taille de blocs : première forme d'entrelacement (protection groupée) sans entrelacement temporel ;
- moyenne taille de blocs : deuxième forme d'entrelacement (enchaînement temporel) sans entrelacement temporel ;
- et petite taille de blocs : première forme d'entrelacement  
15 (protection groupée) avec entrelacement temporel.

Cette mise en œuvre procure une simplicité de chargement (« payload ») pour les grandes tailles, évite l'entrelacement temporel pour les tailles moyennes et évite des entêtes trop complexes pour les petites tailles.  
20 Dans des variantes de mise en œuvre, on définit seulement deux intervalles de tailles de blocs au lieu de trois, en les associant respectivement à deux des techniques mentionnées. Avantageusement, l'unité d'entrelacement comprend des moyens de sélection automatique des méthodes d'entrelacement en fonction de la taille des blocs (c'est-à-dire en fonction de  
25 la périodicité des indicateurs de re-synchronisation).

De préférence, chaque séquence étant constituée d'un segment et de l'ensemble de codes de correction d'erreurs associé, le dispositif d'insertion comprend aussi une unité de calcul de tailles, prévue pour  
30 calculer les tailles des ensembles de codes de correction d'erreurs relativement aux tailles des segments correspondants, en fonction d'une estimation d'un modèle de perte actualisé du réseau, avantageusement au

moyen de données contenues dans des rapports selon le protocole RTCP (pour « Real-Time Control Protocol »).

5 Ainsi, on peut exploiter de manière particulièrement efficace les paramètres de tailles des ensembles de codes, en adaptant notamment le schéma de décroissance du niveau de protection entre les indicateurs de re-synchronisation consécutifs.

Avantageusement :

- 10 - le dispositif d'insertion comprend aussi une unité de reconnaissance de types de données,
- l'unité de détermination de segments est apte à établir les segments selon ces types de données,
- et l'unité d'attribution de codes est prévue pour pondérer les
- 15 tailles des ensembles de codes de correction d'erreurs en fonction des types de données des segments correspondant à ces ensembles.

On améliore ainsi l'efficacité de la méthode en la combinant à des techniques ULP-entrelacé traditionnelles. En pratique, cette réalisation

20 revient à appliquer séparément sur chacun des types de données, la méthode de protection variable en fonction de la position. Ces types de données sont alors choisis de préférence parmi les éléments suivants de données vidéo numériques compressées :

- des images de types I, P ou B ;
- 25 - des entités de partition de types entêtes, vecteurs mouvements ou texture ;
- et/ou des couches de types couche de base ou couches optionnelles d'amélioration.

30 L'invention est également relative à un procédé d'insertion de codes de correction d'erreurs dans au moins un flux de données destiné à être diffusé par paquets dans un réseau. Chacun des flux de données inclut

des indicateurs de re-synchronisation de référence répartis dans ce flux, et les données comprises entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs constituent un bloc de données. Le procédé d'insertion comprend les étapes suivantes :

- 5                   - détermination de segments de données successifs dans les flux,  
                    - et attribution à chacun de ces segments, d'un ensemble de codes de correction d'erreurs, ces ensembles de codes ayant des tailles variables selon les segments.

10

Selon l'invention, le procédé d'insertion comprend également une étape d'identification des indicateurs de re-synchronisation, on détermine les segments de données en effectuant des partitions des blocs de données et on affecte des tailles décroissantes aux ensembles de codes entre deux  
15 quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs.

Ce procédé est préférentiellement mis en œuvre au moyen d'un dispositif d'insertion conforme à l'un quelconque des modes de réalisation de l'invention.

20

L'invention s'applique de plus à un signal numérique relatif à au moins un flux de données. Chacun de ces flux de données inclut des indicateurs de re-synchronisation de référence répartis dans ce flux, les données comprises entre deux quelconques des indicateurs de re-  
25 synchronisation consécutifs constituant un bloc de données. Le signal numérique comprend des informations représentatives de segments de données successifs dans les flux et d'ensembles de codes de correction d'erreurs respectivement attribués aux segments, ces ensembles de codes ayant des tailles variables selon les segments.

30

Selon l'invention, les segments de données forment des partitions des blocs de données et les ensembles de codes ont des tailles

décroissantes entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs.

5 Ce signal numérique est préférentiellement obtenu au moyen d'un dispositif d'insertion conforme à l'un quelconque des modes de réalisation de l'invention.

10 L'invention porte également sur un dispositif de reconstitution de flux de données à partir de signaux numériques reçus par paquets en provenance d'un réseau, ces signaux numériques comprenant des informations représentatives de segments de données successifs dans les flux et d'ensembles de codes de correction d'erreurs respectivement attribués à ces segments. Le dispositif de reconstitution comprend :

- 15 - une unité de reconstitution des segments de données de paquets manquants à partir des informations représentatives de segments de données et d'ensembles de codes de correction d'erreurs des paquets reçus, cette unité de reconstitution étant apte à opérer sur des ensembles de codes de correction d'erreurs de tailles variables selon les segments,
- 20 - une unité d'ordonnancement des segments de données reçus et reconstitués,
- et une unité de synchronisation des segments de données au moyen d'indicateurs de re-synchronisation de référence contenus dans les paquets.

25 Selon l'invention, l'unité de reconstitution est prévue pour opérer sur des ensembles de codes de correction d'erreurs de taille décroissante entre deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs.

30 Ce dispositif de reconstitution est de préférence prévu pour traiter des signaux conformes au signal de l'invention.

L'invention concerne aussi un procédé de reconstitution de flux de données à partir de signaux numériques reçus par paquets en provenance d'un réseau, ces signaux numériques comprenant des informations représentatives de segments de données successifs dans les flux et d'ensembles de codes de correction d'erreurs respectivement  
5 attribués aux segments et ces ensembles de codes ayant des tailles variables selon les segments. Le procédé de reconstitution comprend les étapes suivantes :

- reconstitution des segments de données de paquets  
10 manquants à partir des informations représentatives de segments de données et d'ensembles de codes de correction d'erreurs des paquets reçus,
- ordonnancement des segments de données reçus et reconstitués,
- 15 - et synchronisation des segments de données au moyen d'indicateurs de re-synchronisation de référence contenus dans les paquets.

Selon l'invention, on reconstitue les flux de données à partir d'ensembles de codes de correction d'erreurs de taille décroissante entre  
20 deux quelconques des indicateurs de re-synchronisation consécutifs.

Ce procédé de reconstitution est de préférence mis en œuvre au moyen d'un dispositif de reconstitution conforme à l'invention.

25 L'invention a également pour objet un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé d'insertion de codes de correction d'erreurs ou du procédé de reconstitution de flux de données selon l'invention, lorsque ce programme est exécuté sur un ordinateur.

Par « produit programme d'ordinateur », on entend tout support de ce programme, qu'il soit de type matériel (disque, disquette, cassette...) ou sous forme de signal (signal électronique, électromagnétique, optique...).

5 L'invention sera mieux comprise et illustrée au moyen des exemples suivants de réalisation et de mise en œuvre, nullement limitatifs, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- la Figure 1A est un schéma de principe représentant un bloc de données entre deux indicateurs de re-synchronisation consécutifs, et l'effet  
10 de la perte d'un segment aval de ce bloc sur les données effectivement exploitables ;

- la Figure 1B montre l'effet de la perte d'un segment amont du bloc de la Figure 1A sur les données effectivement exploitables ;

15 - la Figure 2A illustre l'application de la méthode ELP-entrelacé à un flux incluant le bloc des Figures 1A et 1B (partition en quatre segments) ;

- la Figure 2B illustre l'application d'une méthode d'entrelacement avec codes FEC de tailles variables selon les positions des données par rapport à des indicateurs de re-synchronisation, à un flux  
20 comprenant le bloc des Figures 1A et 1B (partition en quatre segments) ;

- la Figure 3 est un schéma bloc représentant un dispositif d'insertion de codes de correction d'erreurs et un dispositif de reconstitution de flux conformes à l'invention, communiquant à travers un réseau ;

- la Figure 4 représente quatre groupes de séquences utilisés  
25 par le dispositif d'insertion de la Figure 3 pour l'application d'une première technique d'entrelacement avec codes FEC de tailles variables selon les positions des données par rapport à des indicateurs de re-synchronisation (technique du type protection groupée) ;

- la Figure 5 donne les efficacités comparées de la protection  
30 FEC (taille moyenne de données exploitables par un récepteur rapportée à la taille complète) en fonction du taux d'erreurs, respectivement obtenues

par une méthode ELP-entrelacé classique et par la technique de la Figure 4, avec un modèle de perte Gaussien ;

- la Figure 6 donne les efficacités comparées de la protection FEC (taille moyenne de données exploitables par un récepteur rapportée à la taille complète) en fonction du taux d'erreurs, respectivement obtenues  
5 par une méthode ELP-entrelacé classique et par la technique de la Figure 4, avec un modèle de perte de Markov à deux états ( $q = 0,6$ ) ;

- la Figure 7 représente quatre groupes de séquences utilisés par le dispositif d'insertion de la Figure 3 pour l'application d'une deuxième  
10 technique d'entrelacement avec codes FEC de tailles variables selon les positions des données par rapport à des indicateurs de re-synchronisation (technique du type protection groupée à entrelacement temporel) ;

- la Figure 8 montre un groupe de données de différents types avec codes FEC associés, utilisé par le dispositif d'insertion de la Figure 3  
15 en combinaison avec l'une des techniques d'entrelacement illustrées aux Figures 4 ou 7 ;

- et la Figure 9 représente un groupe de séquences composé de deux sous-groupes, utilisé par le dispositif d'insertion de la Figure 3 pour l'application d'une troisième technique d'entrelacement avec codes FEC de  
20 tailles variables selon les positions des données par rapport à des indicateurs de re-synchronisation (technique du type à enchaînement temporel).

Sur la Figure 3, les entités représentées sous forme de blocs sont  
25 purement fonctionnelles, et ne correspondent donc pas nécessairement à des entités physiques.

Un dispositif d'insertion 1 de codes FEC d'un émetteur est prévu pour recevoir un flux 11 de données – ou plusieurs flux multiplexés – et pour  
30 produire à partir de ce flux 11, un flux 12 comprenant des codes FEC de

protection des données, émis sous forme de paquets P dans un réseau 8 de communication, tel que par exemple Internet.

Un dispositif de reconstitution 9 de flux d'un récepteur 15, associé au dispositif d'insertion 1, est prévu pour recevoir le flux 12 et pour produire un flux 13 de données, dans lequel les données manquantes sont si possible reconstituées au moyen des codes FEC par une unité de reconstitution 16 de segments, et les informations sont ordonnées et synchronisées, respectivement par une unité d'ordonnement 17 de segments et une unité de synchronisation 18.

Le dispositif d'insertion 1 comprend :

- une unité de reconnaissance 2 des types de données du flux 11 reçu ; ces types de données consistent par exemple en les types d'images en vidéo (image I, P ou B), les types de données de partition (entêtes, vecteurs mouvement ou texture) et/ou les types d'extension de codage (couche de base ou couches d'amélioration optionnelles) ;
- une unité d'identification 3 d'indicateurs de re-synchronisation, entêtes d'images ou marqueurs de re-synchronisation, répartis dans le flux 12 entrant ; les données comprises entre deux indicateurs de re-synchronisation consécutifs forment un bloc ;
- une unité de détermination 4 de segments, prévue pour définir des segments SM consécutifs dans le flux 12 en effectuant des partitions des blocs B de données ;
- une unité de calcul 5 de tailles d'ensembles de codes FEC (notés « FEC » de manière générique) à affecter respectivement aux segments SM ; ces tailles sont calculées en fonction de l'estimation d'un modèle de perte du réseau 8, par exemple au moyen de données contenues dans les rapports RTCP ;

- une unité d'attribution 6 respective des ensembles de codes FEC aux segments SM, en fonction des résultats produits par l'unité de calcul 5 ;
- et une unité d'entrelacement 7 des données.

5

Les unités 16, 17 et 18 du dispositif de reconstitution 9 sont adaptées aux modes opérationnels du dispositif d'insertion 1. Ce dernier introduit par exemple des indicateurs de traitements en tête de flux 12, indiquant la technique d'entrelacement utilisée, ainsi que les tailles des paquets P, des segments SM et des ensembles de codes FEC associés à ces segments SM.

De manière générique pour l'exposé qui suit, on définit des séquences S respectivement comme les unions des segments SM et des ensembles FEC associés, et des groupes G de séquences utilisés isolément pour former des paquets P par entrelacement de données.

L'unité d'entrelacement 7 de données est apte à mettre en œuvre plusieurs modes d'entrelacement. Selon l'un d'entre eux (protection groupée, Figure 4), elle définit pour chaque bloc B (cf. Figures 1A et 1B) plusieurs groupes G1-G4 de séquences de données (notés G de manière générique pour l'ensemble des réalisations). Ces groupes G1-G4 sont constitués respectivement de groupes GSM1-GSM4 de segments et de groupes GFEC1-GFEC4 d'ensembles de codes FEC associés. Chacun d'entre eux contient une succession de segments du bloc B considéré, de taille uniforme pour tous les groupes G1-G4, et la totalité des segments forme une partition de ce bloc B. Les groupes  $G_i$  sont ainsi ordonnés en fonction des positionnements successifs des segments entre les indicateurs de re-synchronisation  $RM_i$  et  $RM_{i+1}$  en amont et en aval du bloc B.

30

De plus, à chaque groupe  $G_i$  est associée une taille unique  $f_i$  des ensembles de codes FEC (avec  $i = 1, 2 \dots 4$  dans l'exemple), et les groupes

G1-G4 ont des tailles  $f_1$ - $f_4$  de ces ensembles de codes qui décroissent avec l'ordre de ces groupes (décroissance pouvant signifier stationnarité sur certaines parties). Ces tailles  $f_i$  donnent les proportions de codes FEC en fonction des positions des segments dans le bloc B.

5

En fonctionnement, l'unité d'entrelacement 7 forme pour chaque groupe  $G_i$  respectivement des paquets  $P_i$ , en prélevant pour chacun de ces paquets  $P_i$  une portion de chacune des séquences du groupe  $G_i$ . Les paquets  $P_i$  sont ainsi constitués transversalement par rapport aux séquences  
10 des groupes  $G_i$ .

L'efficacité de cette méthode pour des paquets de taille suffisamment grande a été mise en évidence dans un exemple simple, dans lequel chaque bloc est segmenté en quatre segments de cinq paquets  
15 chacun (20 paquets de données). Le taux global de protection FEC vaut 40 %, soit 8 paquets FEC pour les 20 paquets de données de chaque bloc. Avec la méthode ELP-entrelacé classique, on associe à chacun des quatre segments, deux paquets FEC. De plus, on applique la méthode de protection groupée ci-dessus, en adaptant au taux d'erreur la distribution des  
20 tailles  $f_1$ - $f_4$  de codes FEC (c'est-à-dire le nombre de paquets FEC) respectivement associées à chacun des segments.

La distribution des paquets FEC et l'efficacité obtenue, mesurée comme la taille moyenne de données exploitables par le récepteur  
25 rapportée à la taille maximale, sont exposées en fonction du taux de perte (en pourcentage) dans les tableaux 1 et 2, respectivement relatifs à un modèle de perte Gaussien et à un modèle de perte de Markov à deux états.

De plus, on a représenté (Figures 5 et 6) les courbes donnant  
30 l'efficacité FEC (axe 22) en fonction du taux de perte (axe 21), pour ces deux modèles (représentations 30 et 35). On observe que respectivement pour le modèle de perte Gaussien et le modèle de perte de Markov, les courbes 32

et 37 obtenues par la méthode de protection groupée sont systématiquement au-dessus des courbes 31 et 36 obtenues par la méthode ELP-entrelacé, de façon sensible pour certains taux de pertes.

5 **Tableau 1 – Efficacité et distribution FEC pour modèle Gaussien**

<b>Taux de perte (%)</b>	<b>ELP (2,2,2,2)</b>	<b>Protection groupée</b>	<b>Distribution de codes FEC</b>
2	0,99955	0,99955	(2,2,2,2)
5	0,9904	0,9904	(2,2,2,2)
8	0,963025	0,963025	(2,2,2,2)
10	0,9367	0,9367	(2,2,2,2)
13	0,87825	0,88655	(3,2,2,1)
15	0,82765	0,847425	(3,2,2,1)
17	0,771625	0,7989	(3,2,2,1)
20	0,677925	0,722225	(3,2,2,1)
22	0,61685	0,6693	(3,2,2,1)
25	0,5265	0,598775	(3,3,2,0)
30	0,382475	0,498675	(4,3,1,0)
35	0,264225	0,406625	(5,3,0,0)
40	0,17725	0,34335	(5,3,0,0)
45	0,1158	0,2797	(6,2,0,0)
50	0,072325	0,224675	(7,1,0,0)
55	0,045075	0,1982	(8,0,0,0)
60	0,0276	0,16475	(8,0,0,0)
70	0,007125	0,086575	(8,0,0,0)
90	0,000075	0,00155	(8,0,0,0)

Tableau 2 - Efficacité et distribution FEC pour modèle de Markov

Taux de perte (%)	ELP (2,2,2,2)	Protection groupée	Distribution FEC	(p,q)
2,5	0,95085	0,957475	(3,3,2,0)	(0,01; 0,6)
4,8	0,905275	0,916625	(4,2,2,0)	(0,02; 0,6)
9,3	0,81125	0,83785	(4,2,2,0)	(0,04; 0,6)
17	0,64825	0,694725	(5,2,1,0)	(0,08; 0,6)
20,2	0,578075	0,6314	(5,2,1,0)	(0,1; 0,6)
27,3	0,430425	0,50245	(4,3,1,0)	(0,15; 0,6)
33,4	0,3182	0,413475	(5,2,1,0)	(0,2; 0,6)
38,3	0,238125	0,3472	(5,3,0,0)	(0,25; 0,6)
46,8	0,1291	0,25725	(6,2,0,0)	(0,35; 0,6)
53	0,070725	0,20515	(8,0,0,0)	(0,45; 0,6)
62	0,01845	0,151475	(8,0,0,0)	(0,85; 0,6)
70,3	0,000275	0,072975	(8,0,0,0)	(0,95; 0,6)

Dans un autre mode d'entrelacement (protection groupée avec entrelacement temporel, Figure 7), l'unité d'entrelacement 7 construit chaque groupe G de séquences, tel que G10, G20, G30 et G40, à partir de plusieurs segments SM de blocs consécutifs disposés en des emplacements similaires dans chacun de ces blocs. Par exemple, le premier groupe G10 contient les premiers segments (groupes de segments SM1-1, SM1-2, SM1-3 et SM1-4) respectivement de quatre blocs consécutifs, ainsi que les ensembles de codes FEC associés (groupe FEC10). De façon similaire, les blocs G20, G30 et G40 contiennent chacun respectivement quatre groupes de segments SM2-j, SM3-j et SM4-j (avec  $j = 1 \dots 4$ ) en des emplacements similaires de ces quatre blocs, ainsi que les groupes d'ensembles FEC20, FEC30 et FEC40 de codes FEC associés.

15

Dans chacun des groupes G, les ensembles FEC ont une taille constante (respectivement  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  et  $f_4$  pour les groupes G10, G20, G30 et G40 de l'exemple), et les segments SM des différents groupes G ont tous la même taille.

20

En fonctionnement, l'unité d'entrelacement 7 forme pour les groupes G10, G20, G30 et G40 respectivement des paquets P10, P20, P30 et P40, en prélevant transversalement pour chacun de ces paquets P une portion de chacune des séquences du groupe G (comme pour la protection  
5 groupée simple). Cette méthode d'entrelacement temporel est particulièrement adaptée pour des paquets de petite taille, notamment quand la taille des segments SM est très inférieure à la taille critique *MTU\_size*.

L'unité d'entrelacement 7 permet de combiner l'une ou l'autre des  
10 méthodes ci-dessus avec une technique ULP-entrelacé traditionnelle, en utilisant les informations données par l'unité de reconnaissance 2 de types de données. Pour ce faire, elle applique séparément à chaque type de données, la méthode d'entrelacement sélectionnée. Par exemple (Figure 8), elle définit un groupe GD de séquences S de données en distinguant des  
15 données INFO de type informations, de type D1 et de type D2, et en associant respectivement à ces trois types de données des coefficients FEC-INFO, FEC-D1 et FEC-D2 de codes FEC. Chacun de ces coefficients sert ensuite à pondérer pour le type de données associé, les codes FEC utilisés selon les méthodes exposées ci-dessus.

20 Dans encore un autre mode d'entrelacement (enchaînement temporel, Figure 9), qui peut aussi être combiné avec la méthode ULP-entrelacé par type de données, l'unité d'entrelacement 7 constitue chaque groupe G de séquences sur la base d'au moins deux blocs, mais en  
25 prévoyant de ne former les paquets P à partir de prélèvements associés à plusieurs de ces blocs que lors de transitions d'un bloc au suivant (contrairement à l'entrelacement temporel).

Ainsi, par exemple, le groupe G100 de séquences contient deux  
30 sous-groupes SG1 et SG2 respectivement associés à deux blocs consécutifs et formés de manière similaire – mêmes nombres de séquences S, mêmes tailles des segments SM et des ensembles FEC pour les deux sous-groupes.

De plus, les segments SM ont une taille constante pour l'ensemble du groupe G100, tandis que les ensembles FEC ont une taille variable, décroissante entre les indicateurs de re-synchronisation amont et aval pour chaque bloc. Ainsi, dans l'exemple illustré, les sous-groupes SG1 et SG2  
5 comprennent respectivement quatre séquences S11-S14 et S21-S24, les segments SM ont une taille uniforme de quatre « portions » chacun et les ensembles FEC ont un schéma de décroissance 3-2-2-1 (en nombre de portions) associé à chaque bloc. Les sous-groupes SG1 et SG2 ont ainsi une forme identique, du type trapézoïdale à base large supérieure.

10

En revanche, les modes de formation des paquets P sont dissymétriques d'un sous-groupe SG1 à l'autre SG2, et impliquent des liaisons de transition entre les sous-groupes tout en assurant une taille constante de ces paquets P (en l'espèce, quatre portions). Plus précisément,  
15 dans le premier sous-groupe SG1, le premier paquet P101 est formé en prélevant dans chacune des séquences S11-S14 la première portion. De façon similaire, l'unité d'entrelacement 7 constitue chacun des paquets suivants P102-P105 en prélevant respectivement dans toutes les séquences S11-S14 du sous-groupe SG1 des portions correspondantes, d'abord des  
20 segments SM (paquets P102 à P104), puis des ensembles FEC (paquet P105).

Lorsque ce mode de prélèvement n'est plus possible parce que les portions de la dernière séquence S14 sont épuisées, l'unité  
25 d'entrelacement 7 complète le paquet P106 en cours de formation en prélevant la portion manquante dans la première séquence S21 du second sous-groupe SG2. De façon similaire, le paquet suivant P107 initié avec la dernière portion de la première séquence S11, est complété en prélevant les trois portions manquantes respectivement dans les trois premières  
30 séquences S21-S23 du sous-groupe SG2. Les paquets suivants P108-P112 sont constitués entièrement dans le sous-groupe SG2, par prélèvement de portions successives respectivement dans ses quatre séquences S21-S24.

Contrairement à ce qu'on obtiendrait par une application de la méthode ULP traditionnelle, le schéma de construction permet de bénéficier par rapport à la méthode ELP-entrelacé d'une protection accrue pour les données amont dans les blocs, sans que la perte de paquets entraîne un accroissement significatif de pertes irrémédiables dans les données en aval. Cette méthode permet le traitement de paquets de taille moyenne sans avoir recours à l'entrelacement temporel.

La configuration particulière décrite dans l'exemple autorise une périodicité sur deux blocs. Cependant, dans d'autres modes de réalisation, la périodicité est obtenue sur trois blocs ou davantage. Plus précisément, le nombre de blocs impliqués dépend du nombre de portions manquantes pour assurer la formation complète de tous les paquets de même taille dans un sous-groupe de séquences, par prélèvement de portions dans des séquences distinctes pour chaque paquet.

L'unité d'entrelacement 7 du dispositif d'insertion 1 décrit à titre d'exemple dispose de la capacité de mettre en œuvre l'une quelconque des stratégies détaillées plus haut. La technique adoptée peut être définie par le responsable de l'émission, ou être sélectionnée de manière automatique par le dispositif d'insertion 1 en fonction notamment de la taille des paquets P.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif d'insertion (1) de codes de correction d'erreurs (FEC)  
5 dans au moins un flux de données (11) destiné à être diffusé par paquets (P)  
dans un réseau (8), chacun desdits flux (11) incluant des indicateurs de re-  
synchronisation de référence (RM) répartis dans ledit flux et les données  
comprises entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation  
consécutifs constituant un bloc de données (B), ledit dispositif d'insertion (1)  
10 de codes comprenant :

- une unité de détermination (4) de segments de données (SM)  
successifs dans lesdits flux (11),
- et une unité d'attribution (6) à chacun desdits segments (SM),  
d'un ensemble de codes de correction d'erreurs (FEC), lesdits ensembles de  
15 codes ayant des tailles variables selon lesdits segments,

caractérisé en ce que ledit dispositif d'insertion (1) comprend  
également une unité d'identification (3) desdits indicateurs de re-  
synchronisation (RM), en ce que l'unité de détermination (4) de segments est  
20 prévue pour déterminer les segments (SM) en effectuant des partitions  
desdits blocs de données (B) et en ce que l'unité d'attribution (6) est prévue  
pour affecter des tailles décroissantes aux dits ensembles de codes (FEC)  
entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation (RM)  
consécutifs.

25

2. Dispositif d'insertion selon la revendication 1, caractérisé en ce  
que lesdits indicateurs de re-synchronisation comprennent des marqueurs  
de re-synchronisation (RM).

3. Dispositif d'insertion selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits indicateurs de re-synchronisation comprennent des entêtes d'images (ENT).

5           4. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend également une unité d'entrelacement (7) de données, apte à déterminer des groupes (G) de séquences de données (S) et à former lesdits paquets (P) en juxtaposant des portions desdites séquences (S).

10

5. Dispositif d'insertion selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'unité d'entrelacement (7) de données est telle que chacune des séquences (S) est constituée d'un des segments (SM) et de l'ensemble de codes de correction d'erreurs (FEC) associé audit segment (SM).

15

6. Dispositif d'insertion selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'unité d'entrelacement (7) de données est capable d'être telle que :

- pour chacun desdits groupes (G1-G4 ; G10, G20, G30, G40) de séquences, lesdites séquences (S), lesdits segments (SM), lesdits ensembles de codes (FEC), lesdits paquets (P) et lesdites portions de séquences ont respectivement des tailles constantes,

20

- et chacun desdits paquets (P) associés audit groupe (G) de séquences est formé en juxtaposant des portions respectivement de toutes lesdites séquences (S) dudit groupe (G).

25

7. Dispositif d'insertion selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'unité d'entrelacement (7) de données est telle que pour chacun desdits blocs de données (B), lesdits segments (SM) inclus dans tous les groupes (G1-G4 ; G10, G20, G30, G40) de séquences comprenant au moins une des séquences (S) associées audit bloc (B), ont une taille constante.

30

8. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'unité d'entrelacement (7) de données est capable d'être telle que :

- lesdits segments (SM), lesdits paquets (P) et lesdites portions ont respectivement des tailles constantes et lesdits ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) et lesdites séquences (S) ont des tailles variables,
- ledit groupe (G100) de séquences est constitué d'au moins deux sous-groupes (SG1, SG2) de séquences associés à respectivement au moins deux blocs de données (B) successifs,
- et chacun desdits paquets (P) associés audit groupe (G100) de séquences est formé en juxtaposant des portions respectivement de séquences (S) distinctes dudit groupe (G100).

9. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que l'unité d'entrelacement (7) de données est capable d'être telle qu'au moins un des groupes (G10, G20, G30, G40) de séquences contient des séquences (S) associées à plusieurs desdits blocs de données (B) successifs et en ce que chacun desdits paquets (P10, P20, P30, P40) est formé en juxtaposant des portions de séquences associées à tous lesdits blocs (B).

10. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend aussi une unité de calcul (5) de tailles, prévue pour calculer les tailles des ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) relativement aux tailles des segments (SM) correspondants, en fonction d'une estimation d'un modèle de perte actualisé dudit réseau (8), avantageusement au moyen de données contenues dans des rapports selon le protocole RTCP.

11. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend aussi une unité de reconnaissance (2) de types de données, en ce que l'unité de

détermination (4) de segments est apte à établir les segments (SM) selon lesdits types de données et en ce que l'unité d'attribution (6) de codes est prévue pour pondérer les tailles des ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) en fonction desdits types de données des segments (SM)  
5 correspondant aux dits ensembles (FEC).

12. Dispositif d'insertion selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits types de données sont choisis parmi les éléments suivants de données vidéo numériques compressées :

- 10 - des images de types I, P ou B ;
- des entités de partition de types entêtes, vecteurs mouvements ou texture ;
- et/ou des couches de types couche de base ou couches optionnelles d'amélioration.

15

13. Procédé d'insertion de codes de correction d'erreurs (FEC) dans au moins un flux (11) de données destiné à être diffusé par paquets (P) dans un réseau (8), chacun desdits flux (11) incluant des indicateurs de re-synchronisation de référence (RM) répartis dans ledit flux (11) et les  
20 données comprises entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation (RM) consécutifs constituant un bloc de données (B), ledit procédé d'insertion comprenant les étapes suivantes :

- détermination de segments de données (SM) successifs dans lesdits flux (11),
- 25 - et attribution à chacun desdits segments (SM), d'un ensemble de codes de correction d'erreurs (FEC), lesdits ensembles de codes ayant des tailles variables selon lesdits segments (SM),

caractérisé en ce que ledit procédé d'insertion comprend  
30 également une étape d'identification desdits indicateurs de re-synchronisation (RM), en ce qu'on détermine les segments de données (SM)

en effectuant des partitions desdits blocs de données (B) et en ce qu'on affecte des tailles décroissantes aux dits ensembles de codes (FEC) entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation (RM) consécutifs,

5

ledit procédé étant préférentiellement mis en œuvre au moyen du dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

14. Signal numérique (12) relatif à au moins un flux de données  
10 (11), chacun desdits flux de données incluant des indicateurs de re-synchronisation de référence (RM) répartis dans ledit flux (11), les données comprises entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation (RM) consécutifs constituant un bloc de données (B), ledit signal numérique (12) comprenant des informations représentatives de segments de données  
15 (SM) successifs dans lesdits flux (11) et d'ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) respectivement attribuées aux dits segments (SM), lesdits ensembles de codes (FEC) ayant des tailles variables selon lesdits segments (SM),

20 caractérisé en ce que lesdits segments de données (SM) forment des partitions desdits blocs de données (B) et en ce que lesdits ensembles de codes (FEC) ont des tailles décroissantes entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation (RM) consécutifs,

25 ledit signal numérique étant préférentiellement obtenu au moyen du dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

15. Dispositif de reconstitution (9) de flux de données (13) à partir de signaux numériques (12) reçus par paquets (P) en provenance d'un  
30 réseau (8), lesdits signaux numériques (12) comprenant des informations représentatives de segments de données (SM) successifs dans lesdits flux (13) et d'ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) respectivement

attribués aux dits segments (SM), ledit dispositif de reconstitution (9) comprenant :

5                   - une unité de reconstitution (16) des segments de données (SM) de paquets (P) manquants à partir des informations représentatives de segments de données (SM) et d'ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) des paquets (P) reçus, ladite unité de reconstitution (16) étant apte à opérer sur des ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) de tailles variables selon lesdits segments (SM),

10                   - une unité d'ordonnancement (17) des segments de données (SM) reçus et reconstitués,

                  - et une unité de synchronisation (18) desdits segments de données (SM) au moyen d'indicateurs de re-synchronisation de référence (RM) contenus dans lesdits paquets,

15                   caractérisé en ce que ladite unité de reconstitution (16) est prévue pour opérer sur des ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) de taille décroissante entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation de référence (RM),

20                   ledit dispositif de reconstitution (9) étant de préférence prévu pour reconstituer des signaux (12) conformes au signal de la revendication 14.

                  16. Procédé de reconstitution de flux de données (13) à partir de signaux numériques (12) reçus par paquets (P) en provenance d'un réseau (8), lesdits signaux numériques (12) comprenant des informations représentatives de segments de données (SM) successifs dans lesdits flux (13) et d'ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) respectivement attribués aux dits segments (SM) et lesdits ensembles de codes (FEC) ayant des tailles variables selon lesdits segments (SM), ledit procédé de  
30                   reconstitution comprenant les étapes suivantes :

- reconstitution des segments de données (SM) de paquets (P) manquants à partir des informations représentatives de segments de données (SM) et d'ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) des paquets (P) reçus,

5           - ordonnancement des segments de données (SM) reçus et reconstitués,

- et synchronisation desdits segments de données (SM) au moyen d'indicateurs de re-synchronisation de référence (RM) contenus dans lesdits paquets,

10

caractérisé en ce qu'on reconstitue lesdits flux de données (13) à partir d'ensembles de codes de correction d'erreurs (FEC) de taille décroissante entre deux quelconques desdits indicateurs de re-synchronisation de référence (RM),

15

ledit procédé de reconstitution étant de préférence mis en œuvre au moyen d'un dispositif de reconstitution (9) conforme à la revendication 15.

20

17. Produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de codes de programme pour l'exécution des étapes du procédé d'insertion de codes de correction d'erreurs selon la revendication 13 ou du procédé de reconstitution de flux de données selon la revendication 16 lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

25

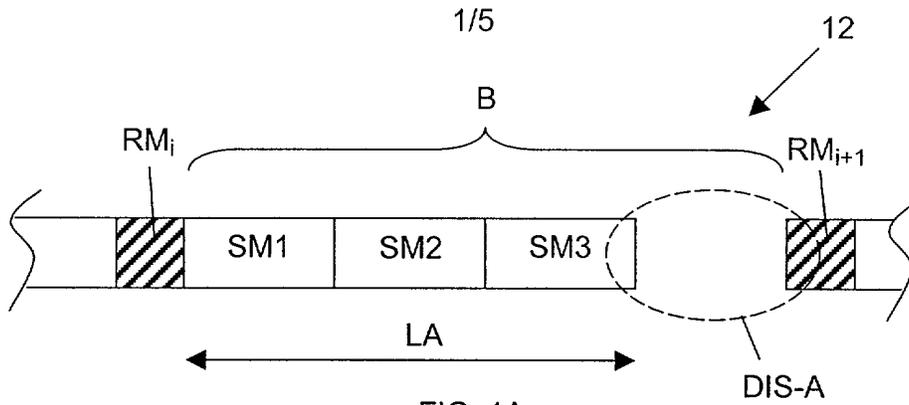


FIG. 1A

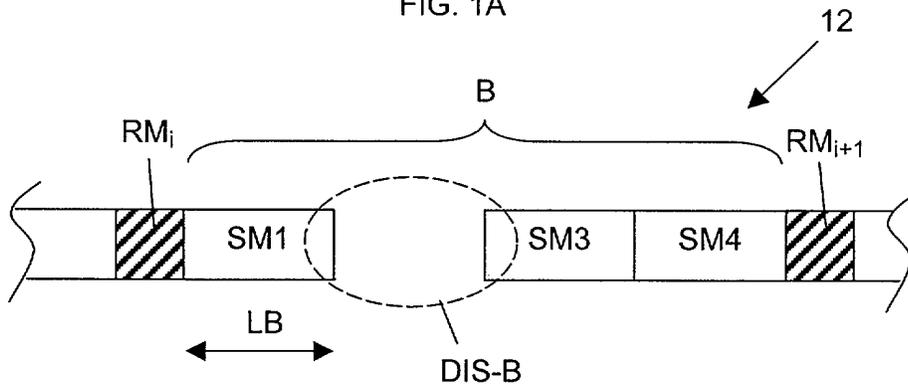


FIG. 1B

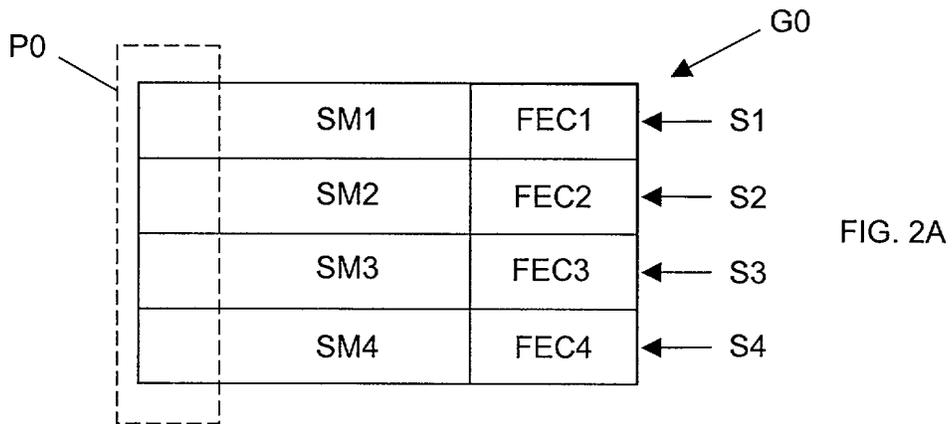


FIG. 2A

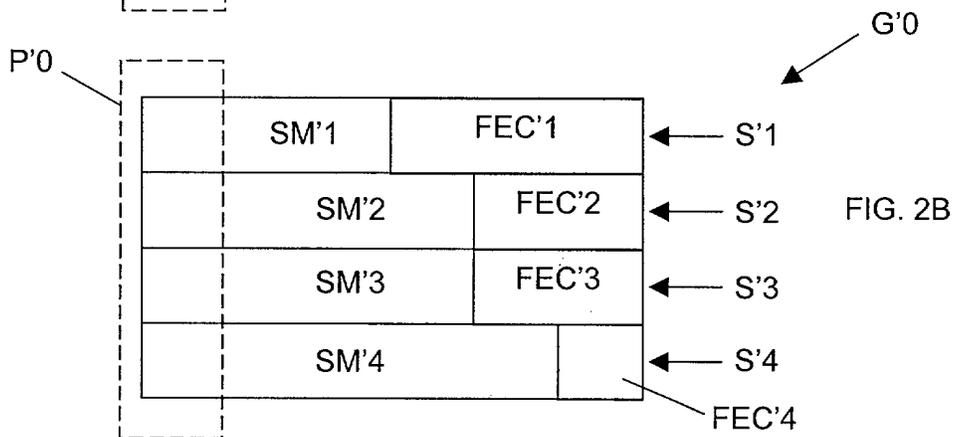


FIG. 2B

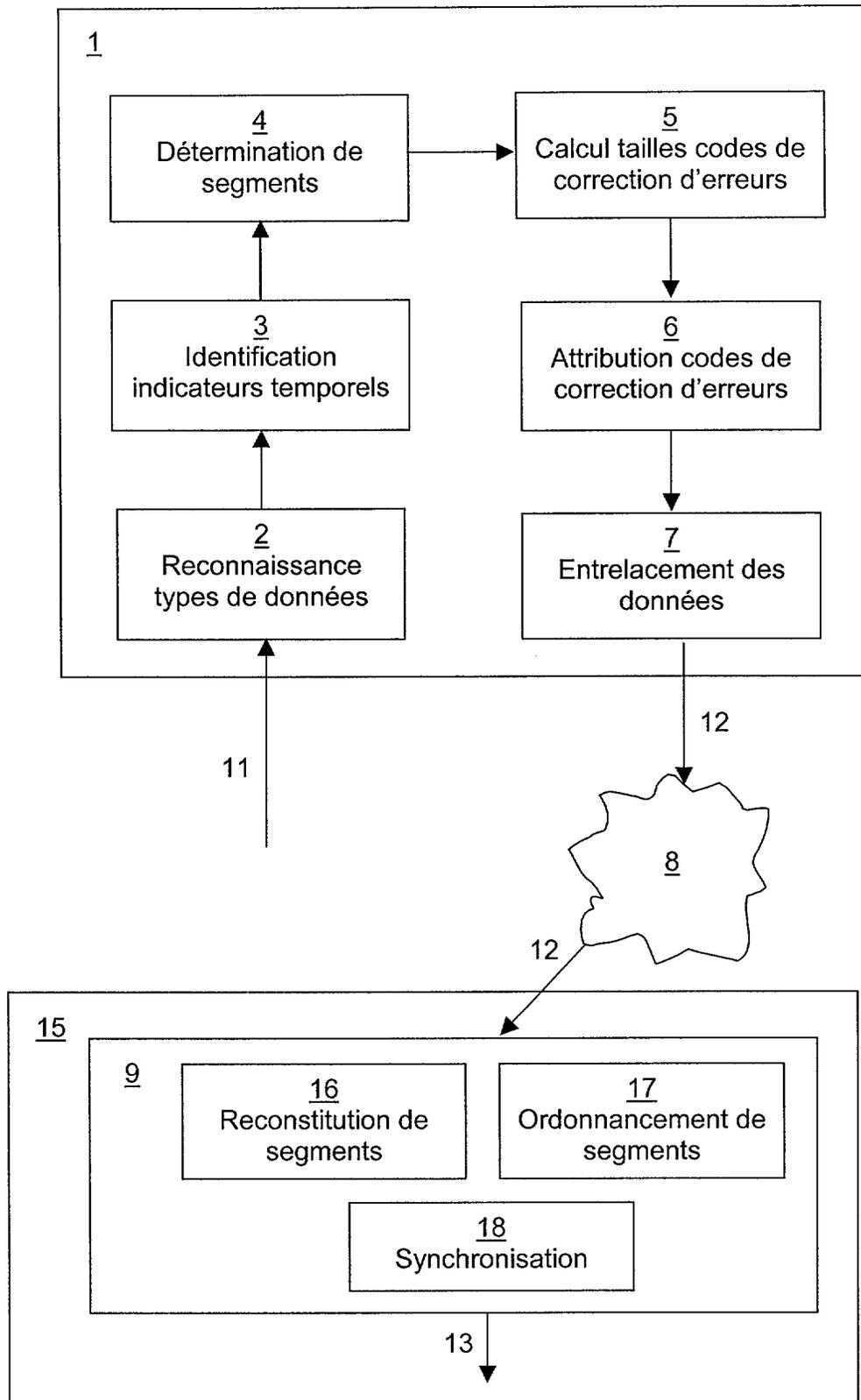


FIG. 3

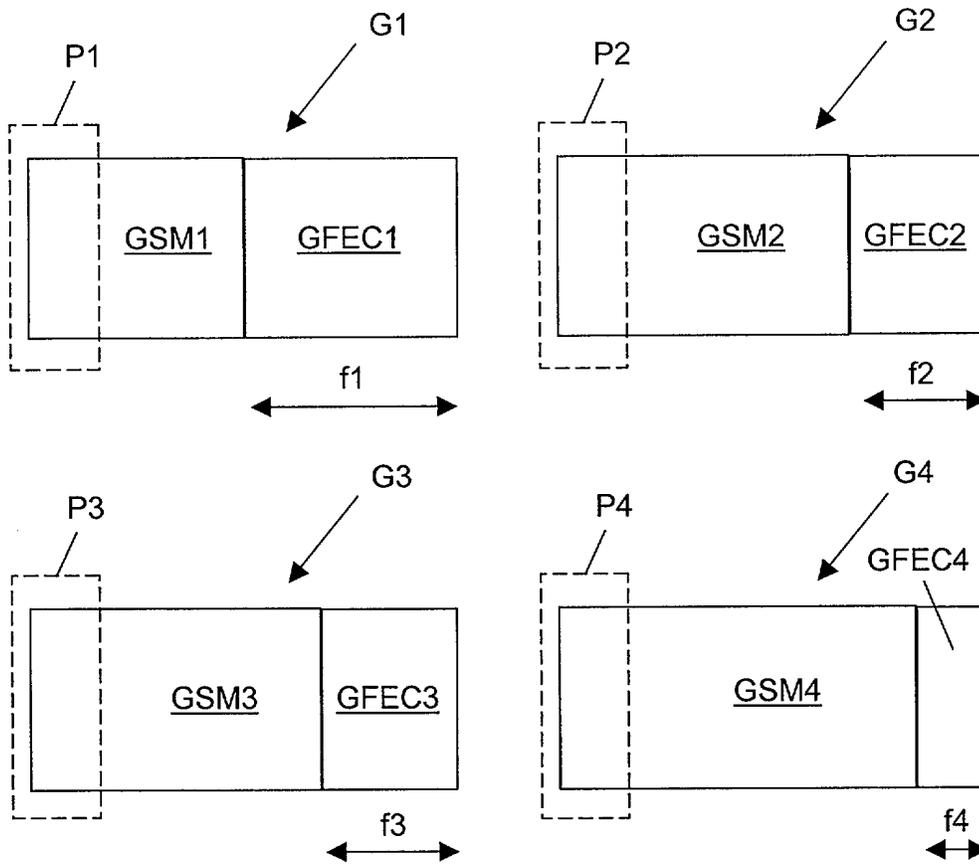


FIG. 4

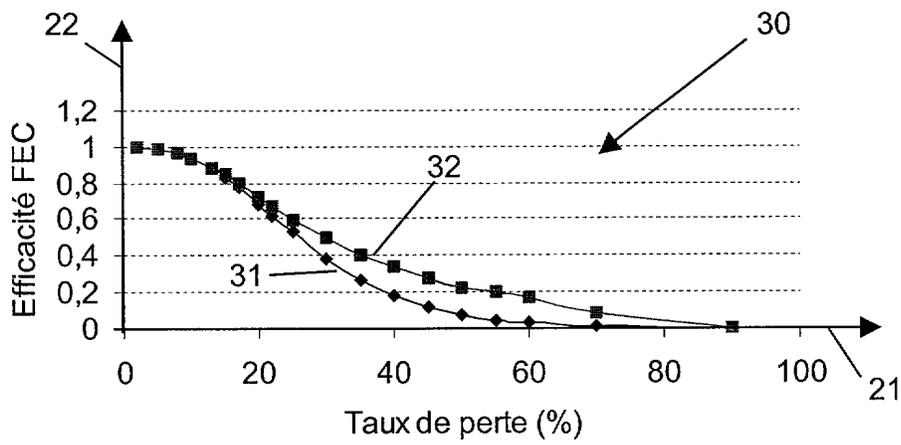


FIG. 5

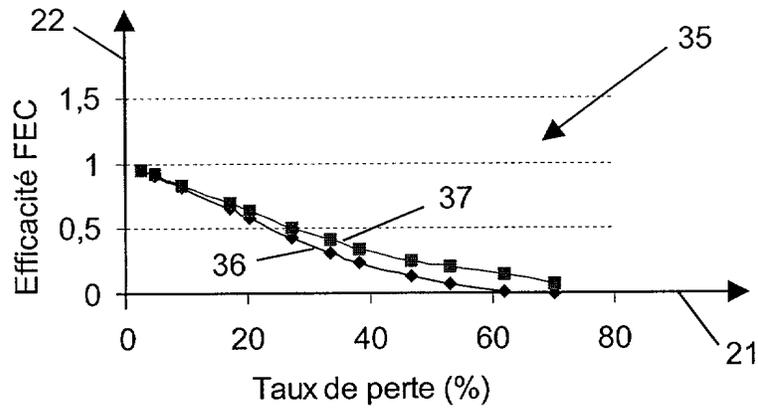


FIG. 6

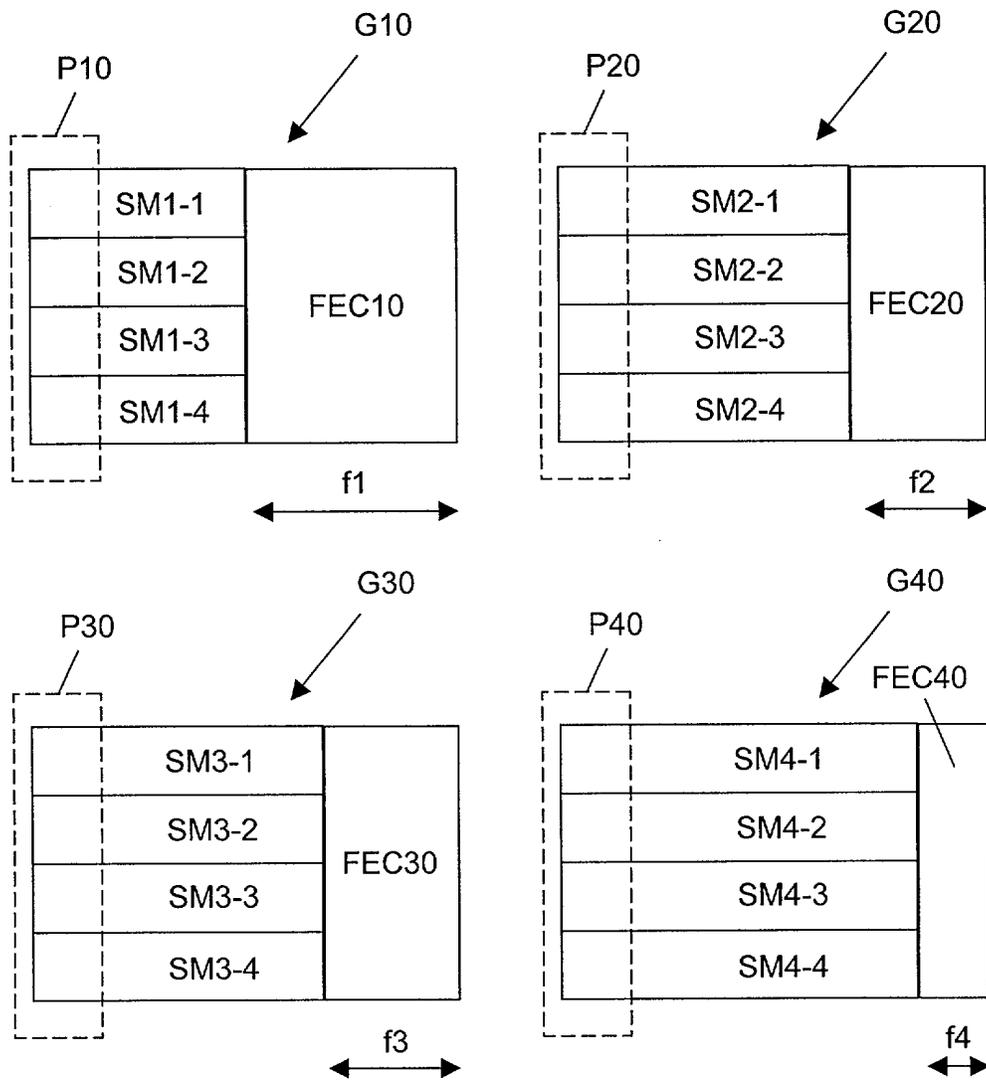


FIG. 7

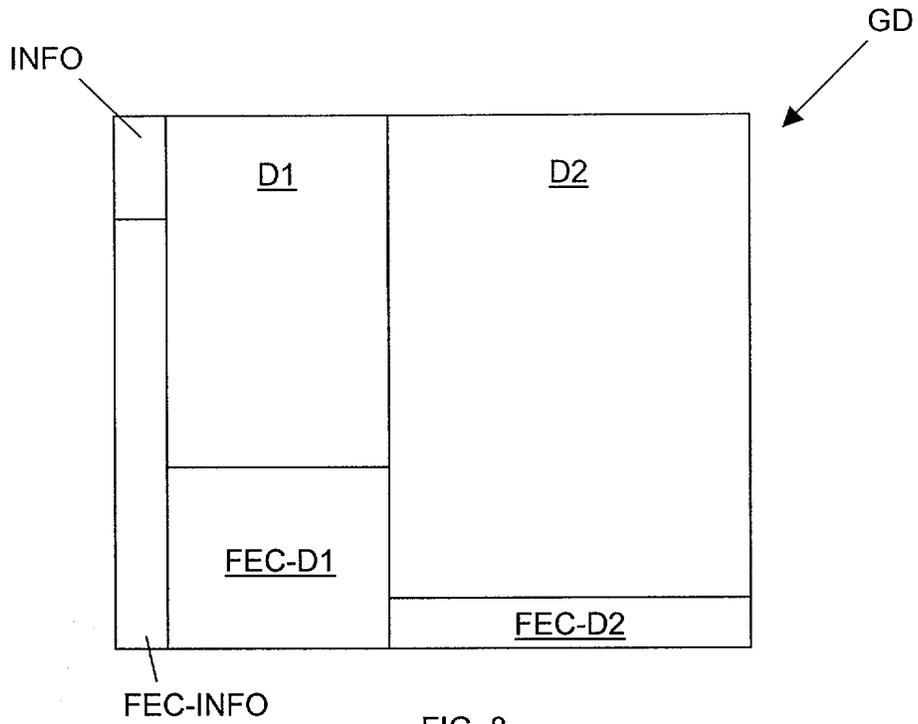


FIG. 8

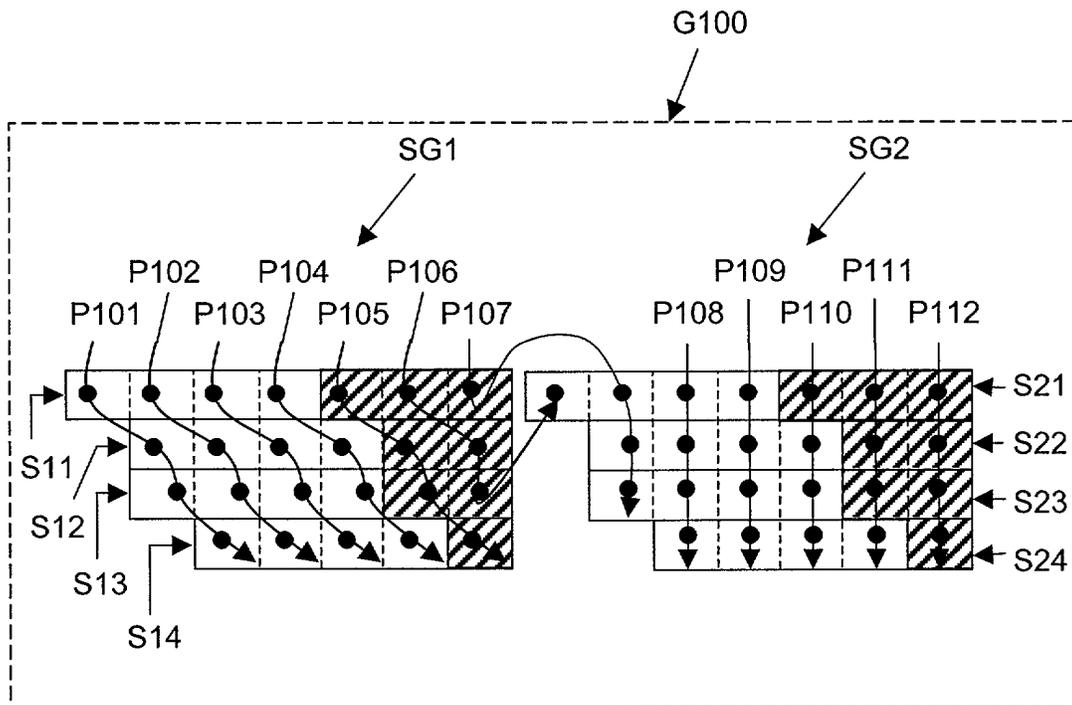


FIG. 9

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

FA 617142  
FR 0203196

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 936 772 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 18 août 1999 (1999-08-18) * colonne 5, ligne 14 - colonne 7, ligne 47 * * figures 1,2 * -----	1-17	H03M13/35 H03M13/27 H03M13/05
A	WO 02 01561 A (SEAGATE TECHNOLOGY LLC) 3 janvier 2002 (2002-01-03) * le document en entier * -----	1-17	
A	WO 02 07322 A (CHIANI MARCO ;MARTINI MARIA G (NL); KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV) 24 janvier 2002 (2002-01-24) * le document en entier * -----	1-17	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b>
			H03M G11B H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 décembre 2002		Barel-Faucheux, C	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un  autre document de la même catégorie  A : arrière-plan technologique  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p>			
<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure  à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date  de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0203196 FA 617142**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 13-12-2002

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0936772	A	18-08-1999	US 6405338 B1	11-06-2002
			EP 0936772 A2	18-08-1999
			JP 3274655 B2	15-04-2002
			JP 11317675 A	16-11-1999
			TW 423237 B	21-02-2001
-----				
WO 0201561	A	03-01-2002	CN 1383617 T	04-12-2002
			GB 2371960 A	07-08-2002
			WO 0201561 A2	03-01-2002
			US 2001056561 A1	27-12-2001
-----				
WO 0207322	A	24-01-2002	AU 6912501 A	30-01-2002
			WO 0207326 A1	24-01-2002
			WO 0207322 A2	24-01-2002
			US 2002158781 A1	31-10-2002
			US 2002034225 A1	21-03-2002
-----				