

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.02.03.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.08.04 Bulletin 04/34.

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) : CANON EUROPA NV Naamlooze vennootschap — NL.

72 Inventeur(s) : HENOCQ XAVIER et CLARE MARYLINE.

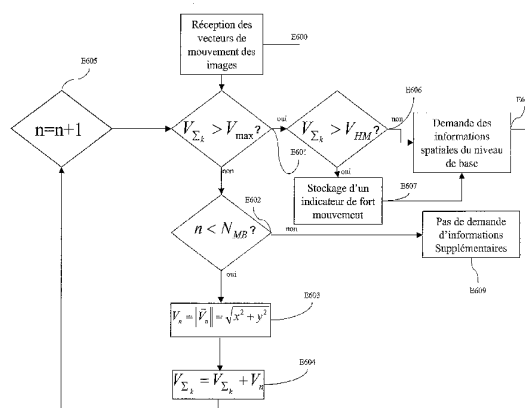
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : SANTARELLI.

54 PROCÉDE ET DISPOSITIF D'ANALYSE DE SEQUENCES VIDEO DANS UN RESEAU DE COMMUNICATION.

57 L'invention concerne un procédé d'analyse d'au moins une séquence vidéo présente au niveau d'au moins un appareil émetteur dans un réseau de communication comportant également au moins un appareil récepteur, caractérisé en ce que la séquence vidéo étant compressée selon une méthode de codage qui génère un train binaire comportant des informations représentatives de l'activité temporelle des images de la séquence vidéo et des informations représentatives de l'activité spatiale des images de cette séquence vidéo, les informations temporelles et spatiales étant réparties suivant un ou plusieurs niveaux de hiérarchie spatio-temporelle, le procédé comporte les étapes suivantes effectuées au niveau de l'appareil récepteur:

- obtention d'informations représentatives de l'activité temporelle de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
- analyse des informations temporelles obtenues,
- en fonction du résultat de l'analyse, décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire.



5 L'invention concerne un procédé et un dispositif d'analyse d'au moins une séquence vidéo présente au niveau d'au moins un appareil émetteur dans un réseau de communication comportant également au moins un appareil récepteur.

De nos jours, la protection des biens et des personnes constitue une réalité qui ne cesse de prendre de l'ampleur et les ventes de systèmes d'alarme qui
10 ont considérablement augmenté au cours de ces dernière années, notamment sous l'impulsion des compagnies d'assurances, en sont la preuve.

Parmi les systèmes d'alarme, on trouve des alarmes de voiture, des alarmes anti-intrusion pour prévenir d'une intrusion à l'intérieur de locaux, des systèmes de vidéo surveillance ...

15 Il convient de noter que l'utilisation de systèmes de vidéo surveillance dans un environnement domestique est loin d'être démocratisée, notamment en raison du coût induit par de tels systèmes.

En effet, un système de vidéo surveillance nécessite l'achat de caméras de surveillance, d'entités de stockage et d'affichage des vidéos saisies par les
20 caméras et la mise en place d'un réseau de communication local dédié au transfert des données vidéo.

Il serait par conséquent intéressant de disposer d'un système de vidéo surveillance qui puisse utiliser un réseau local domestique non dédié à une application particulière, telle que la vidéo surveillance, et sur lequel peuvent être
25 connectées toutes sortes d'entités multimédia émettrices ou réceptrices de données.

Dans un réseau de vidéo surveillance, plusieurs caméras de surveillance capturent des images de façon simultanée et les codent de manière compressée.

30 Un utilisateur intervenant sur un ordinateur central relié aux différentes caméras de surveillance par l'intermédiaire d'un réseau de communication recevra ces vidéos compressées, les stockera et les visualisera sur son ordinateur.

Cependant, il ne sera pas possible à l'ordinateur de visualiser simultanément un grand nombre de séquences vidéo, d'une part, en raison de la difficulté pour un être humain à visualiser simultanément plusieurs séquences vidéo avec une attention soutenue et, d'autre part, en raison du fait que les capacités de calcul de l'ordinateur central ne permettent généralement pas, notamment dans un

5 calcul de l'ordinateur central ne permettent généralement pas, notamment dans un réseau local domestique, de décoder un grand nombre de séquences vidéo en temps réel.

Par ailleurs, il est très probable que le réseau local domestique ne disposera pas d'une bande passante compatible avec le transport simultané de

10 nombreuses vidéos en pleine qualité.

Ainsi, l'utilisateur d'un tel système de vidéo surveillance préférera ne visualiser que des séquences vidéo pertinentes, dans lesquelles se produisent des mouvements.

En outre, il serait plus confortable pour l'utilisateur de pouvoir disposer

15 d'un système de vidéo surveillance qui soit capable de sélectionner automatiquement les séquences vidéo pertinentes sans que l'utilisateur n'ait à intervenir.

On connaît, d'après la demande internationale WO 01 62005 ayant pour titre "*Remote surveillance system*", un système de vidéo surveillance dans lequel

20 l'utilisateur doit effectuer une requête explicite afin d'obtenir les données vidéo capturées par une caméra de surveillance.

Dès lors que les données vidéo sont reçues d'une caméra vidéo, l'utilisateur peut ajuster la qualité de ces données vidéo en modifiant la fréquence temporelle, le format et en filtrant les différentes images constitutives de cette vidéo.

25 L'ajustement de la qualité intervient par l'intermédiaire d'une interface graphique et nécessite l'intervention de l'utilisateur.

On connaît également, d'après le brevet US 5 751 346, un système de vidéo surveillance qui est utilisé dans le cadre de la surveillance des distributeurs automatiques de billets et qui ajuste automatiquement la fréquence temporelle des

30 images de la séquence vidéo en analysant les changements opérés entre deux images.

Cette analyse est effectuée au niveau de chaque caméra.

Un tel système ne permet pas d'ajuster conjointement la qualité de l'ensemble des vidéos capturées par les différentes caméras d'un système de vidéo surveillance.

Il convient par ailleurs de noter que ce système de vidéo surveillance n'a pas pour but de transmettre directement les séquences vidéo, mais plutôt de les stocker.

Un système similaire est également connu du brevet US 6 480 225.

Dans ces deux derniers brevets, on ne prend pas en compte la détection simultanée d'alarmes par plusieurs caméras, en ce sens qu'elles détectent en même temps un mouvement significatif.

Dans un autre brevet US 6 411 209, un système de vidéo surveillance utilise une caméra fonctionnant de manière continue en étant couplée à un système d'alarme anti-intrusion tel que, par exemple, un détecteur infrarouge.

Lorsqu'une alarme est détectée, la caméra ayant détecté l'alarme stocke une portion de vidéo correspondant à une période englobant l'évènement qui a déclenché l'alarme. Une analyse qui est basée sur des méthodes de détection des mouvements, de reconnaissance de formes ou de visages est alors mise en œuvre au niveau de la caméra.

Dans l'hypothèse où l'alarme est confirmée consécutivement à l'analyse précitée, les images les plus pertinentes de la portion de séquence vidéo analysée sont transmises à un ordinateur central au niveau duquel intervient un utilisateur.

Un tel système ne permet pas d'ajuster la qualité spatiale de la séquence vidéo, ni d'ajuster globalement la qualité de chaque séquence vidéo capturée au niveau des différentes caméras du réseau en prenant en compte les contraintes liées à l'ordinateur central et à la bande passante disponible sur le réseau.

De plus, il n'est pas expliqué comment ce système permet de prendre en compte la détection simultanée d'alarmes par plusieurs caméras qui risquent en effet de se gêner mutuellement lors de la transmission simultanée de séquences vidéo à destination de l'ordinateur central.

En outre, des détections simultanées d'alarmes risquent de conduire à la congestion du réseau lorsque les données sont transmises ultérieurement de façon simultanée ou quasi-simultanée.

Par ailleurs, ce système nécessite de disposer d'une capacité de calcul
5 importante au niveau de chaque caméra.

On connaît également du brevet US 6 456 321 un système de vidéo surveillance utilisant une caméra qui produit, d'une part, un signal fortement compressé et de faible qualité et, d'autre part, un signal faiblement compressé.

Lorsqu'aucune alarme n'est détectée par la caméra, seul le signal vidéo
10 fortement compressé est transmis à travers un réseau à destination de l'ordinateur central au niveau duquel intervient un utilisateur, tandis que l'autre signal vidéo faiblement compressé est stocké au niveau de la caméra.

Lorsqu'une alarme est déclenchée, le signal fortement compressé est affiché, après décompression, sur l'écran de l'utilisateur qui peut alors décider de
15 recevoir ou non le signal vidéo faiblement compressé présent au niveau de la caméra.

Là encore, l'intervention de l'utilisateur est nécessaire lors du traitement des alarmes.

Le système de vidéo surveillance précité ne permet pas d'ajuster
20 automatiquement la qualité de séquences vidéo de façon globale pour tout le réseau.

Ce système ne permet pas non plus de prendre en compte la détection simultanée d'alarmes par plusieurs caméras.

On connaît par ailleurs, d'après le document US 6 323 897, un système
25 de vidéo surveillance dans lequel plusieurs caméras sont connectées à un serveur central par l'intermédiaire d'un réseau de communication de type TCP/IP.

Chaque caméra comporte notamment, à son niveau, un détecteur de mouvement, un microphone et un analyseur du trafic véhiculé par le réseau.

Dans la mesure où le trafic est faible, toutes les caméras peuvent
30 émettre à destination du serveur des données audio et vidéo de façon continue. Cependant, lorsque le trafic devient important, seule la caméra qui a détecté une alarme émettra.

En fonction de la charge du réseau, cette caméra émettra des données audio et vidéo, des données audio seules, ou bien uniquement des données caractérisant l'alarme telles que des données concernant la position de la caméra.

A la réception de ces signaux d'alarme, le serveur décidera d'augmenter
5 la priorité des données provenant de la caméra concernée afin de mettre fin à l'émission de données par les autres caméras.

Ce système n'est pas entièrement satisfaisant dans la mesure où il ne permet pas de prendre en compte la détection simultanée d'alarmes par deux ou plus de deux caméras.

10 En effet, plusieurs caméras ayant détecté simultanément une alarme risquent de se gêner mutuellement lors de la transmission de séquences vidéo à destination du serveur.

En outre, lorsque le réseau est saturé, aucun mécanisme n'est prévu pour pallier la non réception des signaux d'alarme par le serveur.

15 La présente invention vise à remédier à au moins un des inconvénients précités en proposant un procédé d'analyse d'au moins une séquence vidéo présente au niveau d'au moins un appareil émetteur dans un réseau de communication comportant également au moins un appareil récepteur, caractérisé en ce que la séquence vidéo étant compressée selon une méthode de codage qui
20 génère un train binaire comportant des informations représentatives de l'activité temporelle des images de la séquence vidéo et des informations représentatives de l'activité spatiale des images de cette séquence vidéo, les informations temporelles et spatiales étant réparties suivant un ou plusieurs niveaux de hiérarchie spatio-temporelle, le procédé comporte les étapes suivantes effectuées au niveau de
25 l'appareil récepteur :

- obtention d'informations représentatives de l'activité temporelle de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
- analyse des informations temporelles obtenues,
- en fonction du résultat de l'analyse, décision quant à savoir si la
30 génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire.

Corrélativement, l'invention vise aussi un dispositif d'analyse d'au moins une séquence vidéo présente au niveau d'au moins un appareil émetteur dans un réseau de communication comportant également au moins un appareil récepteur, caractérisé en ce que la séquence vidéo étant compressée selon une méthode de

5 codage qui génère un train binaire comportant des informations représentatives de l'activité temporelle des images de la séquence vidéo et des informations représentatives de l'activité spatiale des images de cette séquence vidéo, les informations temporelles et spatiales étant réparties suivant un ou plusieurs niveaux de hiérarchie spatio-temporelle, le dispositif comporte au niveau de l'appareil

10 récepteur :

- des moyens d'obtention d'informations représentatives de l'activité temporelle de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
 - des moyens d'analyse des informations temporelles obtenues,
 - des moyens de décision quant à savoir si la génération d'une requête
- 15 destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire, en fonction du résultat de l'analyse.

Ainsi, en séparant les informations disponibles au niveau de l'appareil émetteur en informations représentatives de l'activité temporelle de la

20 séquence, d'une part, et en informations représentatives de l'activité spatiale de cette séquence, d'autre part, et en transmettant dans un premier temps à l'appareil récepteur les seules informations temporelles, celles-ci sont suffisantes à l'appareil récepteur pour prendre une décision.

Les informations véhiculées par le réseau sont donc réduites par rapport

25 à celles transmises dans l'art antérieur, ce qui permet de ne pas congestionner le réseau lorsque plusieurs appareils émetteurs transmettent simultanément de telles informations.

Par ailleurs, l'appareil récepteur qui possède une vision globale du réseau gère lui-même les détections d'alarme en fonction des informations reçues

30 des différents appareils émetteurs.

Il peut décider d'obtenir des informations supplémentaires d'un appareil émetteur, à savoir des informations sur l'activité spatiale d'une séquence vidéo, en fonction des informations temporelles reçues de l'appareil émetteur.

5 Ainsi, si les informations temporelles reçues traduisent un mouvement significatif dans la séquence vidéo au niveau de l'appareil émetteur, alors l'appareil récepteur génère une requête appropriée à destination de l'appareil émetteur.

Selon une caractéristique, l'analyse des informations temporelles obtenues comprend plus particulièrement les étapes de :

- 10 - détermination d'un indice d'activité temporelle de la séquence vidéo à partir des informations obtenues,
- comparaison de l'indice déterminé à un premier indice seuil prédéterminé.

15 Cette analyse permet de détecter automatiquement les mouvements significatifs dans la séquence vidéo présente au niveau d'un ou de plusieurs appareils émetteurs sans qu'un utilisateur ait besoin d'intervenir pour visualiser une quelconque portion de données vidéo.

20 En fonction du résultat de la comparaison entre l'indice déterminé et le premier indice seuil prédéterminé, la décision de générer une requête en vue d'obtenir, de la part d'un ou de plusieurs appareils émetteurs au niveau desquels un mouvement significatif a été détecté, des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est générée de façon automatique.

Selon une caractéristique, le procédé selon l'invention comporte une étape de comparaison de l'indice déterminé à un second indice seuil prédéterminé qui est, par exemple, représentatif d'un fort mouvement.

25 Selon une autre caractéristique, la méthode de codage est une méthode de codage hybride fondée sur le codage de blocs de données d'une image et qui génère un train binaire de données vidéo suivant plusieurs niveaux hiérarchiques spatio-temporels.

30 Une telle organisation hiérarchique de la séquence vidéo compressée permet de transmettre à l'appareil récepteur un ou plusieurs niveaux hiérarchiques selon les besoins exprimés.

Selon une autre caractéristique, le premier niveau hiérarchique comprend des données d'en-tête et des vecteurs de mouvement des blocs des images de la séquence vidéo.

5 Ainsi, les informations représentatives de l'activité temporelle obtenues au niveau de l'appareil récepteur et sur la base desquelles une décision de générer une requête est prise ou non, sont les vecteurs de mouvement de ce premier niveau hiérarchique.

Selon une autre caractéristique, le procédé comporte les étapes suivantes :

- 10 - obtention d'informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
- analyse des informations spatiales obtenues,
 - en fonction du résultat de l'analyse, décision quant à savoir si la
- 15 génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations supplémentaires représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire.

Les informations représentatives de l'activité spatiale ont été obtenues de l'appareil émetteur suite à une décision de générer une requête à destination de ce dernier.

20 Là encore, la décision de générer une autre requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations supplémentaires représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est réalisée de façon automatique après analyse des informations spatiales obtenues.

25 L'analyse des informations spatiales obtenues est d'ailleurs, elle aussi, réalisée de façon automatique afin de ne pas rendre nécessaire une intervention humaine.

On notera par ailleurs que la transmission des seules informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo par l'appareil émetteur utilise une faible partie de la bande passante disponible sur le réseau, ce qui

30 permet de transmettre simultanément depuis d'autres appareils émetteurs de telles informations à destination de l'appareil récepteur sans congestionner le réseau.

Selon une caractéristique, l'analyse des informations spatiales obtenues comprend plus particulièrement les étapes de :

- détermination d'un indice d'activité spatiale de la séquence vidéo à partir des informations spatiales obtenues,
- 5 - comparaison de l'indice déterminé à un indice seuil prédéterminé.

Cette analyse permet de déterminer automatiquement si l'activité spatiale de la séquence vidéo présente au niveau d'un ou de plusieurs appareils émetteurs est forte ou faible, sans qu'un utilisateur ait besoin d'intervenir pour visualiser une quelconque portion de données vidéo.

- 10 En fonction du résultat de la comparaison précitée, la décision de générer une requête en vue d'obtenir de la part d'un ou de plusieurs appareils émetteurs au niveau desquels un mouvement significatif a été détecté des informations supplémentaires représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est générée de façon automatique.

- 15 Selon une autre caractéristique, le procédé comporte, en outre, une étape de décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations temporelles supplémentaires est nécessaire en fonction du résultat de l'analyse effectuée sur les informations temporelles et/ou spatiales obtenues.

- 20 Là encore, la décision de générer une requête est prise de façon automatique en fonction du résultat de l'analyse, ce qui permet à l'utilisateur de ne pas avoir à intervenir.

Selon une caractéristique, l'étape de décision tient compte de la capacité de calcul de l'appareil récepteur.

- 25 Lorsque l'invention est mise en œuvre dans un réseau local domestique, il est en effet important de ne pas transmettre à l'appareil récepteur une trop grande quantité de données qui ne pourraient pas être traitées compte tenu de sa capacité de calcul relativement limitée.

- 30 Selon une autre caractéristique, l'étape de décision tient compte de la bande passante disponible sur le réseau.

Ainsi, on tient compte de façon automatique des risques de congestion du réseau lorsque l'on s'interroge sur la nécessité d'avoir recours à des informations supplémentaires.

5 Selon une caractéristique, lorsque des informations temporelles et spatiales ont été obtenues de plusieurs appareils émetteurs et qu'une décision visant à obtenir d'au moins un d'entre eux des informations temporelles et/ou spatiales supplémentaires a été jugée nécessaire, le procédé comporte une étape de classification de chaque appareil émetteur par rapport aux autres appareils, en fonction des informations temporelles et des informations spatiales obtenues de
10 cet appareil.

Ce classement permet de détecter les appareils les plus pertinents en termes d'activité spatiale et temporelle.

Selon une autre caractéristique, l'ensemble des appareils émetteurs sont représentés dans deux treillis de type Vitterbi, l'un dédié à l'activité temporelle
15 et l'autre à l'activité spatiale, et dans chacun desquels chaque appareil est représenté en abscisse et, selon le treillis concerné, chaque niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle obtenue et/ou à obtenir est représenté en ordonnée.

La représentation des différents appareils dans des treillis de type Vitterbi est avantageuse dans la mesure où elle permet de mettre en œuvre de
20 façon simple des algorithmes connus de recherche de chemins entre les appareils.

Selon une caractéristique, le procédé comporte, pour chaque treillis, une étape de détermination d'un chemin optimal entre les appareils en ne tenant compte, pour chacun d'entre eux, que du niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle le plus élevé.

25 Un tel chemin est optimal en ce sens qu'il permet d'obtenir de chacun des appareils émetteurs le niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle le plus élevé.

Toutefois, un tel chemin ne tient pas compte de la capacité de calcul de l'appareil récepteur, ni même de la bande passante disponible sur le réseau.

30 Selon une autre caractéristique, le procédé comporte, pour chaque treillis, une étape de détermination d'un ou de plusieurs chemins alternatifs entre les

appareils en effectuant, pour un treillis donné, les opérations suivantes qui sont réitérées pour déterminer plusieurs chemins alternatifs :

- parcours du treillis considéré,
- suppression, selon le treillis considéré, du niveau de hiérarchie

5 spatiale ou temporelle obtenu et/ou à obtenir le plus élevé pour l'appareil émetteur ayant, selon le cas, l'activité spatiale ou l'activité temporelle la plus faible et disposant d'au moins deux niveaux d'informations hiérarchiques, conduisant ainsi à la détermination d'un chemin alternatif auquel l'appareil précité contribue pour un niveau de hiérarchie, spatiale et/ou temporelle, réduit.

10 On détermine ainsi pour chaque treillis un ou plusieurs chemins alternatifs en parcourant le treillis et en supprimant à chaque parcours un niveau de hiérarchie pour un seul des appareils émetteurs. Lors du parcours suivant du treillis considéré, on supprime un niveau de hiérarchie d'un autre appareil émetteur.

15 Selon une caractéristique, le procédé comporte une étape d'association d'un coût de décodage à chaque chemin alternatif déterminé, le coût de décodage associé à un chemin correspondant à l'estimation des calculs nécessaires pour effectuer le décodage d'informations spatiales et/ou temporelles codées provenant des différents appareils émetteurs placés sur le chemin.

20 On évalue ainsi le coût de décodage de chaque chemin alternatif déterminé pour chacun des treillis dédiés à l'activité temporelle et à l'activité spatiale.

25 Selon une autre caractéristique, le procédé comporte une étape de sélection du chemin optimal en déterminant parmi tous les chemins celui dont le coût de décodage est le plus proche de la capacité de calcul de l'appareil récepteur, tout en restant inférieur à cette dernière.

La sélection du chemin optimal précité permet ainsi de tenir compte, lors de la demande d'informations supplémentaires, de la capacité de calcul de l'appareil récepteur et ceci de façon automatique, c'est-à-dire sans qu'un utilisateur ait à intervenir dans la sélection.

30 Selon une caractéristique, le procédé comporte une étape de sélection du chemin optimal en déterminant parmi tous les chemins celui dont le débit induit est inférieur à la bande passante disponible sur le réseau.

L'invention vise également un appareil de communication comportant un dispositif tel que succinctement décrit ci-dessus.

Selon un autre aspect, l'invention vise aussi :

5 - un moyen de stockage d'informations lisibles par un ordinateur ou un microprocesseur comportant des instructions de code d'un programme d'ordinateur pour l'exécution des étapes du procédé selon l'invention tel que celui exposé brièvement ci-dessus, et

10 - un moyen de stockage d'informations amovible, partiellement ou totalement, lisibles par un ordinateur ou un microprocesseur comportant des instructions de code d'un programme d'ordinateur pour l'exécution des étapes du procédé selon l'invention tel que celui brièvement exposé ci-dessus.

Selon encore un autre aspect, l'invention vise un programme d'ordinateur chargeable dans un appareil programmable, comportant des séquences d'instructions ou portions de code logiciel pour mettre en œuvre des
15 étapes du procédé de l'invention tel que brièvement exposé ci-dessus, lorsque ledit programme d'ordinateur est chargé et exécuté par l'appareil programmable.

Les caractéristiques et avantages relatifs au dispositif, à l'appareil de communication comportant un tel dispositif, aux moyens de stockage d'informations et au programme d'ordinateur étant les mêmes que ceux exposés ci-dessus
20 concernant le procédé selon l'invention, ils ne seront pas rappelés ici.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

25 - la figure 1 est une vue schématique d'un réseau de communication mettant en œuvre plusieurs appareils émetteurs connectés à un appareil récepteur par l'intermédiaire du réseau selon l'invention ;

- la figure 2a est une vue schématique détaillée d'un appareil émetteur représenté sur la figure 1 ;

30 - la figure 2b est une vue schématique détaillée de l'appareil récepteur représenté sur la figure 1 ;

- la figure 3a illustre le partitionnement des données vidéo et l'encapsulation de ces données dans des paquets de données conformes au standard IEEE1394 ;
 - la figure 3b illustre de façon schématique quatre niveaux
5 hiérarchiques d'échelonnabilité spatiale et/ou temporelle du standard H.263 version 2 ;
 - la figure 4 illustre un algorithme de mise en œuvre du procédé selon l'invention ;
 - les figures 5a1 et 5a2 illustrent un schéma de codage vidéo hybride
10 fondé sur le codage de blocs de données des images d'une séquence vidéo suivant plusieurs niveaux hiérarchiques des données ;
 - la figure 5b est un algorithme représentant les opérations de quantification des macro-blocs INTRA selon le standard H.263 version 2 ;
 - la figure 5c est un algorithme représentant les différentes opérations
15 de quantification des macro-blocs INTER selon le standard H.263 version 2 ;
 - la figure 6 représente un algorithme de décodage selon le standard H.263 version 2 ;
 - la figure 7 est un algorithme reprenant et détaillant les étapes E13 à E17 de l'algorithme de la figure 4 ;
 - la figure 8 est un algorithme reprenant et détaillant les étapes E19 à
20 E21 de l'algorithme de la figure 4 ;
 - la figure 9 est un algorithme reprenant et détaillant les opérations effectuées lors de l'étape E22 de la figure 4 ;
 - la figure 10 représente de façon schématique deux échelles suivant
25 lesquelles les différents appareils émetteurs du réseau sont classés dans le sens de leurs activités spatiale et temporelle croissantes ;
 - la figure 11 illustre un treillis de Vitterbi dédié à l'activité spatiale des appareils émetteurs classifiés suivant l'une des échelles de la figure 10 ;
 - la figure 12 illustre un treillis de Vitterbi dédié à l'activité temporelle
30 des appareils émetteurs classifiés suivant l'une des échelles de la figure 10.
- La **figure 1** représente un réseau de communication multimédia référencé 100 dans lequel est avantageusement mise en oeuvre l'invention. Ce

réseau est, par exemple, installé dans un environnement domestique et n'est pas dédié de façon spécifique à la vidéo surveillance.

Ce réseau de communication multimédia interconnecte des équipements tels que des téléviseurs référencés 103a, 103b et 103c, un
5 magnétoscope référencé 107, un lecteur de type lecteur DVD référencé 108.

Le réseau comprend plusieurs appareils de vidéo surveillance (appareils de communication émetteurs de données vidéo) 111a, 111b, 111c et 111d, comprenant chacun une caméra et une unité de compression, interconnectés par l'intermédiaire du réseau à un ordinateur central (appareil
10 de communication récepteur) 112.

Chaque appareil est, par exemple, installé dans l'une des pièces de l'habitation.

Ce réseau comporte des équipements d'interface multimédia intégrés, par exemple, dans les cloisons et référencés 150a, 150b, 150c et
15 150d. Ces équipements d'interface multimédia sont reliés à une unité de commutation centrale 160 placée préférentiellement à côté du tableau de fourniture d'énergie électrique.

L'équipement d'interface multimédia 150a est relié par l'intermédiaire d'une liaison vidéo analogique 105i au téléviseur 103a. Selon une variante, la
20 liaison 105i peut être conforme à la norme IEEE1394 et le téléviseur comporte alors une carte IEEE1394.

L'équipement d'interface multimédia 150a est aussi relié par l'intermédiaire d'une liaison 130a conforme à la norme IEEE1394 à un convertisseur analogique numérique 104a, lui-même relié au magnétoscope
25 107 par l'intermédiaire d'une liaison 106a.

Les téléviseurs analogiques 103b et 103c sont reliés respectivement aux équipements d'interface multimédia 150b et 150d par une liaison 105i, 105j, de façon identique à la liaison 105i reliant le téléviseur analogique 103a et l'équipement d'interface multimédia 150a.

30 L'équipement d'interface multimédia 150b est relié par une liaison de type IEEE 1394, notée 130a, à un convertisseur analogique numérique 104b qui va convertir les informations vidéo analogiques générées par le lecteur DVD

108 dans un format compatible avec la norme IEEE1394. Le lecteur DVD 108 est relié au convertisseur analogique numérique 104b par une liaison analogique 106b comportant des connecteurs de type RCA.

A l'équipement d'interface multimédia 150c est connecté l'ordinateur
5 112 par une liaison de type IEEE 1394, notée 130b.

Les appareils de vidéo surveillance 111a, 111b, 111c et 111d sont reliés respectivement aux équipements d'interface multimédia 150a, 150b, 150c et 150d par une liaison de type IEEE1394 notée 130c.

Il convient de noter que chacun des équipements d'interface
10 multimédia précédemment décrits comporte au moins des moyens de connexion de types Ethernet, IEEE1394 et au moins une sortie vidéo analogique.

Ces équipements d'interface multimédia sont respectivement reliés à l'unité de commutation 160 par l'intermédiaire d'un câble unique de type UTP
15 CAT 5 noté 160a, 160b, 160c et 160d.

Les équipements d'interface multimédia sont préférentiellement conformes au standard IEEE1394.1 (*"P1394.1, Draft Standard for High-Performance Serial Bus Bridges", October 24, 2002*) permettant la communication d'entités multimédia par l'intermédiaire d'un réseau de bus série
20 de type IEEE1394.

On va maintenant décrire en référence à la **figure 2a** un appareil émetteur parmi ceux notés 111a, 111b, 111c, 111d sur la figure 1 et, en référence à la **figure 2b**, l'appareil récepteur 112 de la figure 1.

Chaque pièce de la maison sera munie d'un appareil émetteur
25 comprenant une caméra fixe capable de prendre des images suivant un grand angle. Cette caméra notée 170 sur la figure 2a sera constituée d'une lentille recevant les informations visuelles, d'une cellule CCD sur laquelle les informations visuelles sont formées, d'un amplificateur à gain contrôlé amplifiant le signal issu de la cellule CCD et d'un convertisseur analogique/numérique
30 numérisant au format de couleurs YUV et au format spatial CIF le signal amplifié.

On choisira, par exemple, un intervalle d'exposition compatible avec une séquence à 30 images/seconde.

La caméra sera couplée à un module de compression 172 qui comprend une unité de compression et une unité de transmission/réception de données numériques 182 sur le réseau.

L'unité de transmission/réception est, par exemple, une carte IEEE1394.

L'unité de compression est constituée d'une unité de calcul 174, d'une unité de stockage temporaire (mémoire RAM) 176, d'une unité de contrôle 178 et d'un disque dur 180.

Comme représenté sur la figure 2b, l'appareil récepteur qui prend, par exemple, la forme d'un ordinateur central 112 est constitué, par exemple, d'une unité de calcul 192, d'une unité de stockage temporaire (mémoire RAM) 194, d'un disque dur 196, d'une unité de stockage longue durée (telle qu'un système à bande magnétique ou un disque dur de grande taille) 198, d'un écran 200, d'une unité de transmission/réception de données numériques 202, d'un ensemble clavier et souris 204 et d'une unité de contrôle 206. L'unité de transmission/réception est, par exemple, une carte IEEE1394.

Il convient de noter que l'ordinateur central peut être remplacé par une unité comportant une unité de calcul, une unité de stockage temporaire (mémoire RAM), un disque dur et une unité de transmission/réception de données numériques. Dans ce cas, toutefois, on suppose qu'un écran possédant une carte IEEE1394 est disponible sur le réseau. En cas d'alarme, l'information visuelle sera visualisée sur cet écran à travers le réseau.

On notera que l'appareil récepteur 112 comprend l'ensemble des moyens nécessaires à la mise en œuvre de l'invention et qui sont, par exemple, réalisés au moins en partie sous la forme d'un programme d'ordinateur stocké dans l'un des moyens de stockage de l'appareil et qui est exécuté par l'unité de calcul.

Afin de permettre à l'ordinateur central de recevoir et d'analyser les différentes informations en provenance des appareils émetteurs, il faut établir une communication entre ces derniers et l'ordinateur central et il est nécessaire

que l'ordinateur central ait tout d'abord connaissance des appareils présents sur le réseau.

Pour ce faire, l'ordinateur central peut, par exemple, fournir à l'utilisateur une interface de configuration lui permettant de saisir des informations relatives aux appareils émetteurs qu'il a connectés au réseau domestique, notamment leur identifiant unique, aussi nommé EUI64. Grâce à cet identifiant, l'ordinateur central peut, au moyen d'un message DEP (signifiant en terminologie anglosaxonne "Discovery and Enumeration Protocol") tel que décrit dans le standard IEEE1394.1 (*"P1394.1, Draft Standard for High-Performance Serial Bus Bridges", October 24, 2002*) et appelé requête de découverte d'EUI64 ("EUI64 discovery request" en terminologie anglo-saxonne), obtenir le moyen d'adressage de la caméra identifiée par son EUI64, tel que défini dans les standards IEEE1394.

Il est aussi concevable que l'ordinateur central utilise un message DEP appelé requête de découverte par mot-clef ("keyword discovery request" en terminologie anglo-saxonne). Ce message permet à l'ordinateur central d'établir une requête à destination de tous les appareils connectés au réseau afin que ceux-ci s'identifient par rapport aux mots-clef, tels que décrits dans le standard IEEE1212 (*IEEE1212 Std. – 2001, Standard for Control and Status Registers Architecture for microcomputer buses*) et fournis dans le message DEP (requête de découverte par mot-clef).

Un mot-clef peut être, par exemple, le mot caméra.

Les appareils répondant à cette requête feront ainsi partie de la liste des caméras auxquelles l'ordinateur central devra être connecté, celle-ci pouvant être confirmée et affinée en parcourant leurs configurations ROMs (telles que définies dans les standards IEEE1394 et IEEE1212). D'autres types de découvertes d'équipements sont possibles, notamment en parcourant les configurations ROMs des appareils connectés au réseau, les équipements d'interface multimédia 150a à 150d de la figure 1 pouvant, à cet effet, intégrer une fonctionnalité de serveur ou passerelle délégué ("proxy" en terminologie anglosaxonne).

Une fois que l'ordinateur central a obtenu les adresses des caméras (appareils émetteurs), telles que définies par les standards IEEE1394, il peut les piloter en utilisant des registres dédiés accessibles au moyen de transactions de type lecture, écriture et verrouillage, ou Read, Write & Lock en terminologie anglosaxonne, et qui sont définies par les standards IEEE1394 et IEEE1212.

L'ordinateur central pourra donc demander aux appareils émetteurs de commencer à envoyer des informations temporelles (informations liées aux en-têtes d'images et aux vecteurs de mouvement de la séquence vidéo considérée). Ces informations transiteront des appareils émetteurs vers l'ordinateur central préférablement en utilisant des transactions asynchrones de type Write, la transaction asynchrone dans le standard IEEE1394 permettant d'assurer l'intégrité des données transmises.

Une fois que l'ordinateur central identifiera le besoin d'obtenir un flux d'images en provenance des appareils émetteurs, il établira alors une connexion isochrone des appareils émetteurs vers lui-même. La transaction isochrone dans le standard IEEE1394 permet d'assurer la cadence des données transmises, ce qui est approprié pour le transfert de données audio-vidéo. L'établissement d'une connexion isochrone s'effectue selon un protocole d'échange de messages dénommés JOIN, LISTEN, RENEW & STREAM STATUS qui sont définis dans le standard IEEE1394.1. La clôture d'une connexion isochrone s'effectue selon un protocole d'échange de messages LEAVE & STREAM STATUS définis dans le standard IEEE1394.1.

Dans l'exemple de réalisation décrit, on fait appel à une norme de codage vidéo qui est la norme H.263 version 2 définie dans le document intitulé "*Draft text of recommendation H.263 version 2 (H.263+) for decision*" de Gary Sullivan, rapport technique ITU-T, DRAFT 21, février 1998. Toutefois, on pourrait également utiliser d'autres standards de codage vidéo équivalents tels que le standard MPEG-4.

Le standard H.263 peut être classé dans l'ensemble des méthodes de codage vidéo hybrides qui s'appuient sur le codage de portions carrées d'une image que l'on appelle blocs. Ce standard définit une syntaxe de base à

laquelle viennent s'ajouter un certain nombre de modes optionnels aux objectifs différents.

Parmi ces modes optionnels, un certain nombre est destiné à accroître la résistance du flux binaire.

5 D'autres modes tels que l'échelonnabilité ou scalabilité ("scalability" en terminologie anglosaxonne) ont été développés dans le but d'augmenter l'efficacité des systèmes de transmission vidéo dans le cas de transmission simultanée vers plusieurs utilisateurs ayant des capacités de réception et de décodage différentes.

10 L'échelonnabilité se traduit par une structure hiérarchique dans le flux binaire, chaque niveau du flux correspondant à un niveau d'incrément d'informations temporelles et/ou spatiales.

Les **figures 5a1 et 5a2** qui seront décrites ultérieurement représentent un schéma de codage vidéo prédictif hybride avec une compensation de mouvement basée sur les blocs de données des images d'une séquence vidéo à compresser et un codage par transformation.

On notera que chaque image d'une séquence est divisée en blocs de données de taille fixe (en général 8*8 pixels) et chaque bloc est ensuite traité plus ou moins indépendamment.

20 L'appellation "hybride" signifie que chaque bloc est codé avec une combinaison de compensation en mouvement et de codage par transformation.

En effet, un bloc est, dans un premier temps, prédit à partir d'un bloc d'une image précédente.

On appelle *estimation de mouvement*, l'estimation de la position du bloc le plus proche visuellement du bloc courant dans l'image de référence.

Le déplacement entre le bloc de référence et le bloc courant est représenté par un *vecteur de mouvement*.

La *compensation de mouvement* consiste à prédire le bloc courant à partir du bloc de référence et du vecteur de mouvement. L'erreur de prédiction entre le bloc original et le bloc prédit est codée avec une transformation de type DCT Transformée en Cosinus Discrète ("Discrete Cosinus Transform" en terminologie anglosaxonne), quantifiée et convertie sous forme de mots de

codes binaires en utilisant des codes à longueur variable notés VLC ("Variable Length Codes" en terminologie anglosaxonne).

Le rôle de la compensation de mouvement est d'utiliser les corrélations temporelles entre images successives de la séquence vidéo pour
5 accroître la compression.

La DCT permet de son côté de réduire les corrélations spatiales dans les blocs d'erreur.

Après les opérations de codage avec la DCT et de quantification, une majorité des hautes fréquences est réduite à 0. Le système visuel humain
10 étant peu sensible aux hautes fréquences spatiales, l'impact d'un tel codage sur l'aspect visuel reste faible.

Les coefficients DCT sont parcourus en zig-zag depuis les basses fréquences jusqu'aux hautes fréquences pour constituer un premier train binaire. La présence dans ce train binaire de nombreux zéros est mise à profit
15 par un code à longueur variable, qui est généralement et de façon connue mis en oeuvre par un codeur par longueur de plage ("runlength coding" en terminologie anglosaxonne), pour en réduire la taille.

On a supposé jusque-là que la prédiction temporelle était efficace et que le débit engendré par l'erreur de prédiction restait inférieur à celui du bloc
20 original codé sans compensation en mouvement. Ce mode de codage est généralement appelé *mode P* ou *mode INTER*. Dans certains cas, le coût de l'erreur de prédiction est trop important et une DCT et un codage utilisant un codeur par longueur de plage sont alors appliqués directement sur le bloc. On appelle ce mode de codage *mode INTRA*.

En pratique, l'estimation de mouvement est très souvent appliquée sur un ensemble de blocs appelé macro-bloc (MB) alors que la DCT, quant à elle, est appliquée sur un bloc. Les codeurs vidéos les plus courants utilisent des MB de taille 16*16. Les vecteurs de mouvement de MB adjacents étant le plus souvent proches, ils peuvent être codés prédictivement par rapport aux MB
30 déjà codés.

Une image peut être entièrement codée en mode INTRA et on l'appellera alors *image INTRA*. Ce type de codage est utilisé pour la première

image de la séquence, mais aussi pour limiter la propagation de l'erreur de prédiction et de pertes, ou pour assurer des fonctionnalités telles que l'accès aléatoire, l'avance ou le retour rapide... Le nombre d'images INTRA est toutefois généralement limité pour obtenir de meilleurs taux de compression.

- 5 La majorité des images d'une séquence vidéo sont donc codées en mode P. Il n'est toutefois pas interdit d'insérer des MB INTRA dans une image P. Dans l'exemple de réalisation décrit, 1 image sur 15 du niveau de base sera codée en mode INTRA.

- 10 Le mode DP de partitionnement des données ("Data Partitionning" en terminologie anglosaxonne) décrit dans le document *"Draft for "H.263++" Annexes U, V and W to recommendation. [http://standard.pictel.com/ftp/video-site/hé-\"plusplus/H.263ppWhiteContribution_r2.doc](http://standard.pictel.com/ftp/video-site/hé-\)"* est un mécanisme efficace de robustification du flux de données binaires. Il permet de séparer les segments d'un flux binaire en fonction de leur importance. Des mécanismes
15 externes, tels que des codes correcteurs d'erreurs, pourront permettre de mieux protéger ou de privilégier l'acheminement des données les plus importantes.

- Les en-têtes, les vecteurs de mouvement et les coefficients DCT de MB successifs ne sont plus entrelacés dans le flux binaire en suivant l'ordre de parcours de l'image, mais sont groupés dans des portions de flux différentes
20 (cette organisation est représentée en partie haute de la **figure 3a**).

 Les en-têtes et les vecteurs de mouvements sont codés avec des codes à longueurs variables réversibles (RVLC) et les coefficients DCT qui ont une importance moindre sont codés, quant à eux, avec des codes VLC.

- Ce mode de codage sera utilisé pour le codage des images du
25 niveau de base du flux binaire.

- En effet, les en-têtes et les vecteurs de mouvement vont être séparés du reste des données provenant d'une image et ces deux parties de flux binaire ainsi constituées vont être encapsulées dans des paquets différents de données conformes au standard IEEE1394, comme indiqué en partie basse
30 de la **figure 3a**.

En fonctionnement normal (pas d'alarme), seuls les paquets contenant les vecteurs de mouvement seront transmis à l'ordinateur central 112 des figures 1 et 2b (appareil récepteur).

Comme énoncé plus haut, le niveau de base (L1) du flux binaire d'une séquence vidéo qui a été compressée selon une méthode de codage hydrique s'appuyant sur le codage de blocs de données se compose uniquement d'images INTRA notées I et d'images P. La qualité de ce niveau peut être améliorée à la fois temporellement et spatialement en utilisant les différents modes d'échelonnabilité définis dans le standard H.263+, à savoir, l'échelonnabilité spatiale, l'échelonnabilité temporelle et l'échelonnabilité SNR (échelonnabilité rapport signal sur bruit). Dans la suite de l'exposé, l'échelonnabilité temporelle et spatiale seront utilisées.

L'échelonnabilité temporelle est obtenue en utilisant des images prédites de manière bidirectionnelle. On appelle les images générées par ce mode les images B. L'utilisation de ces images permet d'accroître l'efficacité de compression par rapport aux images P. Aucune image ne peut être prédite à partir des images B, ce qui permet de les retirer d'un flux binaire sans risquer d'affecter les images suivantes.

La **figure 3b** illustre la manière dont le niveau d'échelonnabilité temporelle 2 (L2) est prédit à partir du niveau de base 1 (L1).

Le format d'une image B (hauteur*largeur) est toujours égal à celui de ses images de référence.

Un MB d'une image B peut être codé en mode avant ("forward" en terminologie anglosaxonne), arrière ("backward" en terminologie anglosaxonne) et bidirectionnel.

Il convient de noter que l'on trouve également des MB INTRA dans les images B mais que ce mode ne sera pas utilisé dans ce qui suit.

Le mode avant est identique au mode INTER, le mode arrière est un mode INTER inversé temporellement et le mode bidirectionnel est une combinaison des modes avant et arrière.

Dans ce dernier cas, deux prédictions de mouvement sont mises en œuvre à partir des deux images encadrant l'image à coder. Chaque MB codé

en mode bidirectionnel est donc associé à deux vecteurs de mouvement. Lors de la reconstruction, une moyenne des deux MB servant de prédiction est calculée en additionnant les valeurs de pixels puis en divisant cette somme par deux. On peut donc noter que les deux images servant à la prédiction doivent être codées avant l'image B y faisant référence. On pourra rajouter ou non aux MB prédits, une erreur de prédiction calculée exactement comme en mode INTER.

En outre, le codage VLC des vecteurs de mouvement et des coefficients DCT se déroule comme pour les MB INTER et réutilise les mêmes tables.

Le choix du mode de codage d'un MB est réalisé par une unité de contrôle du type de l'unité 178 de la figure 2a. L'unité de contrôle teste chaque mode de codage possible et conserve le mode qui permettra de minimiser la différence entre le MB prédit et le MB original. Dans la suite de l'exposé, on choisira, par exemple, de toujours coder l'erreur de prédiction.

L'échelonnabilité spatiale consiste à améliorer la qualité d'un niveau inférieur (L1 ou L2 sur la figure 3b) en lui ajoutant de l'information spatiale. En général, ce mode suppose que le niveau de base L1 n'ait pas été codé à la résolution de la séquence originale, mais ait plutôt subi un sous-échantillonnage afin de diviser sa résolution par quatre (division par deux des résolutions horizontales et verticales).

Le codage d'une image à un niveau d'amélioration spatiale débute alors par une interpolation d'une image du niveau de base afin de retrouver la résolution initiale. La méthode d'interpolation est décrite dans l'annexe 0 du document définissant le standard H.263+ et cité plus haut.

On calcule ensuite la différence entre cette image et l'image originale de même taille. Ensuite, plusieurs modes de codage peuvent être utilisés pour les MB de l'image d'amélioration : les modes ascendant ("upward" en terminologie anglosaxonne), avant et bidirectionnel.

Le mode ascendant consiste à coder la différence en utilisant les mêmes méthodes que pour une image INTRA. Toutefois, le paramètre de quantification utilisé pour le niveau d'amélioration est en général inférieur à

celui du niveau de base, ce qui assure qu'en plus d'une amélioration de la résolution spatiale, on améliore la qualité.

On notera qu'une image ne contenant que des MB ascendants est dite EI ("Enhancement INTRA" en terminologie anglosaxonne). On supposera
5 ici que toutes les images INTRA seront améliorées par une image EI (niveau L3 sur la figure 3b).

Le mode avant est fondé, quant à lui, sur la prédiction temporelle.

Une image contenant une combinaison de MB avant et ascendant est dite EP.

10 Le codage d'une image EP débute, lui aussi, par une interpolation de l'image du niveau de base et une différence entre l'image originale et l'image interpolée est calculée.

Deux images de référence sont donc stockées : l'image du niveau de base interpolée et l'image du niveau d'amélioration spatiale précédente (EI ou
15 EP au niveau L3 de la figure 3b).

Cette dernière image est utilisée pour procéder à une estimation de mouvement dans l'image courante. On obtient alors un vecteur de mouvement pour chaque MB de l'image courante. Après compensation en mouvement de l'image de référence, on compare pour chaque MB les modes ascendant et
20 avant et l'on conserve le mode qui permet de minimiser la différence entre le MB original et le MB prédit.

Ainsi, le module de compression 172 de l'appareil émetteur de la figure 2a (appareils 111a-d de la figure 1) compresse les données selon le standard H.263 version 2 et les données seront codées sous format
25 échelonnable avec quatre niveaux d'échelonnabilité L1, L2, L3, L4 tels que représentés en figure 3b.

Le niveau de base est codé à 15 images/seconde avec une image I toutes les quinze images, le reste des images étant codé en mode P. Ce niveau L1 est codé suivant le mode "data-partitionning" de l'annexe V du standard
30 H.263 version 2. Selon ce mode, on sépare, en effet, dans une image les données d'en-tête et les vecteurs de mouvement, d'une part, des données

DCT, d'autre part (figure 3a), ce qui facilite l'accès aux données d'en-tête et aux vecteurs de mouvement.

Le niveau 2 (L2) est un niveau d'amélioration temporelle ne contenant que des images B. Ce niveau, lorsqu'il est associé au niveau 1,
5 double sa fréquence temporelle.

Le niveau 3 (L3) est un niveau d'amélioration spatiale. Il fait correspondre à chaque image I (respectivement P) du niveau de base une image EI (respectivement EP).

Le niveau 4 (L4) insère des images B entre les images issues des
10 niveaux L1 et L3.

On va maintenant décrire en référence à la **figure 4** le procédé, selon l'invention, d'analyse de plusieurs séquences vidéo présentes au niveau d'appareils émetteurs S1, S2, S3, S4, S5, S6 considérés comme des sources de données vidéo.

15 Ces appareils sont, par exemple, du type de ceux représentés sur la figure 1 et notés 111a, 111b, 111c et 111d (caméras de vidéo surveillance) et de celui représenté sur la figure 2a.

La figure 4 illustre un algorithme comportant différentes instructions ou portions de code logiciel correspondant à des étapes du procédé selon
20 l'invention.

Le programme informatique qui est basé sur cet algorithme est mémorisé, pour partie, dans l'appareil émetteur de la figure 2a et, pour partie, dans l'appareil récepteur 112 (ordinateur central) de la figure 2b.

L'exécution de ce programme informatique permet ainsi de mettre en
25 œuvre le procédé selon l'invention.

L'algorithme de la figure 4 débute par une première étape E10 au cours de laquelle on procède à la compression d'une séquence vidéo.

Cette étape est effectuée par l'appareil émetteur de la figure 2a au niveau duquel la séquence vidéo est présente.

30 On va maintenant décrire en relation avec les figures 5a1, 5a2, 5b, 5c le processus de compression et, en relation avec la figure 6, le processus de décompression.

Comme exposé plus haut, les figures 5a1 et 5a2 illustrent un schéma de codage vidéo prédictif hybride qui est appliqué aux images de la séquence vidéo par le module de compression 172 de la figure 2a et, plus particulièrement, par l'unité de calcul 174.

5 Le codage d'une séquence vidéo débute à l'étape E98 par la réception d'une image d'un signal vidéo au format YUV à une cadence de 30 images par seconde. Ce signal vidéo peut provenir, comme dans le mode préféré de l'invention, de la caméra 170 ou de l'unité de stockage 180 de la figure 2a.

10 On supposera que chaque image est numérotée.

L'étape E98 est suivie de l'étape E99 qui teste si le numéro de l'image courante est un multiple de 2.

Si c'est le cas, l'étape E99 est suivie de l'étape E100 (figure 5a2) au cours de laquelle on procède à un sous-échantillonnage par quatre de l'image
15 originale. Les images ainsi sous-échantillonnées serviront d'images originales pour le codage du niveau de base (L1).

La première image d'une séquence étant systématiquement codée en mode INTRA, l'étape E100 est suivie directement de l'étape E101.

Au cours de cette étape on procède au découpage de l'image en
20 blocs de données de taille 8*8 pixels. Chaque bloc subit alors une transformation en cosinus discret (DCT) selon la méthode décrite dans l'article intitulé "*Fast Algorithms for the Discrete Cosine Transform*", E. Feig and S. Winograd, *IEEE Trans. On Signal Proc.*, vol. 40, No. 9, September 1992. Les 64 coefficients DCT d'un bloc sont alors stockés dans un tableau noté *coeff*
25 dans l'unité de stockage temporaire 176 de la figure 2a.

L'étape E101 est suivie de l'étape E102 au cours de laquelle on procède à la quantification des coefficients DCT des blocs obtenus à l'étape précédente. Le processus de quantification appliqué dans le standard H.263 version 2 pour les blocs INTRA est représenté par l'algorithme de la **figure 5b**
30 dont la description suit.

Ce processus de quantification commence à l'étape E130 par l'initialisation de la variable *i* à 0 et par la création du tableau *qcoeff* devant

recevoir les coefficients DCT quantifiés. Ces deux variables sont stockées dans l'unité de stockage 176 de la figure 2a.

L'étape E130 est ensuite suivie de l'étape E131 où l'on teste la valeur de i .

- 5 Si i est égal à 64, on passe à l'étape E139 où l'on arrête le processus de quantification.

Dans le cas contraire, l'étape E131 est suivie de l'étape E132 au cours de laquelle on teste une nouvelle fois la valeur de i .

- 10 Si $i=0$ (cette valeur indique que l'on traite le coefficient basse fréquence : coefficient DC), l'étape E132 est suivie de l'étape E133 où $qcoeff$ prend la valeur $qcoeff[0] = \max(1, \min(254, (\text{coeff}[0]+4)/8))$.

Notons que $\max(a,b)$ indique que l'on garde la valeur maximale entre a et b , $\min(a,b)$ indique que l'on garde la valeur minimale et $\text{signe}(a)$ indique que l'on prend le signe de a .

- 15 L'étape E133 est ensuite suivie de l'étape E138.

Si au contraire, à l'étape E132 i est différent de 0, alors cette étape est suivie de l'étape E134 au cours de laquelle on crée une variable $level$ dans l'unité de stockage temporaire 176 et prenant la valeur $\text{coeff}[i]/(2.QP)$.

- 20 QP représente le paramètre de quantification affecté au bloc et qui peut être fixé pour l'image ou variable. On supposera que QP est fixé pour chaque niveau d'échelonnabilité et est donc le même pour chaque bloc de chaque image d'un même niveau. QP est, par exemple, fixé à 13 pour le niveau de base.

- 25 L'étape E134 est suivie de l'étape E135 au cours de laquelle on teste la valeur de QP .

Si QP est inférieur à 8, $qcoeff$ est calculé suivant la formule donnée à l'étape E137, à savoir $qcoeff[i] = \text{signe}(\text{coeff}[i].level)$.

Sinon, $qcoeff$ est calculé suivant la formule donnée à l'étape E136, à savoir $qcoeff[i] = \min(127, \max(-127, \text{signe}(\text{coeff}[i].level)))$.

- 30 Dès son utilisation, la variable $level$ est effacée de l'unité de stockage temporaire 176 de la figure 2a. Ces deux dernières étapes sont suivies par

l'étape E138 au cours de laquelle on incrémente la variable i d'une unité et cette étape est suivie de l'étape E131 déjà décrite ci-dessus.

De retour à la **figure 5a2**, l'étape E102 est suivie de l'étape E103 au cours de laquelle les coefficients quantifiés, préalablement mis sous forme binaire, sont parcourus en zig-zag. Le train binaire de chaque bloc est ensuite codé indépendamment par le codeur à longueur variable. Le parcours en zig-zag et le codage VLC reprendront, par exemple, les méthodes décrites dans le document intitulé "*Information technology- Generic coding of audio-visual objects = part2 : visual, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG11 N3056, December 1999*".

10 Lorsque tous les blocs de l'image ont été traités, le train binaire obtenu par le codage des coefficients est concaténé aux autres informations de codage de l'image courante (informations d'en-tête H.263 version 2) et aux informations provenant des images précédentes. Le codage de l'image INTRA s'arrête à cette étape.

15 Les étapes suivantes décrivent la reconstruction d'un MB qui est en effet nécessaire en codage prédictif lorsqu'une image servira de référence à l'image qui la suit.

On notera que l'on reconstruit les images telles que le décodeur les recevra.

20 L'étape E102 est également suivie de l'étape E104 au cours de laquelle on procède à la quantification inverse de l'image courante.

Cette étape est suivie par l'étape E105 au cours de laquelle on procède à la transformation en cosinus discret inverse des coefficients déquantifiés. Ces deux derniers processus seront décrits ultérieurement lors de la description du processus de décodage.

25

Pour une image INTRA, l'image ainsi reconstruite est directement stockée dans l'unité de stockage temporaire 176 de la figure 2a, comme représenté à l'étape E106, en vue du codage des images suivantes.

Comme indiqué précédemment, les images du flux binaire de base peuvent être codées, soit en mode INTRA, soit en mode P.

30

Le codage en mode P débute par l'arrivée d'une nouvelle image au format YUV à l'étape E100.

Dans un premier temps, cette image est envoyée à un estimateur de mouvement (étape E107). Au cours de cette étape, l'image est découpée en MB de taille 16*16 et chaque MB est ensuite traité successivement.

L'étape E107 applique une méthode classique d'estimation de mouvement par comparaison des MB de l'image courante avec ceux de l'image précédente. Les algorithmes mis en oeuvre s'appuient sur l'hypothèse simplificatrice que les pixels d'un même MB sont animés du même mouvement. Le vecteur de mouvement d'un MB d'une image courante est alors obtenu en trouvant le MB le plus ressemblant dans l'image précédente (image de référence) dans une fenêtre de recherche choisie a priori. Par défaut, la fenêtre de recherche définie par le standard H.263 version 2 correspond à l'image entière. L'image de référence est, quant à elle, l'image stockée dans l'unité 176 lors de l'étape E106.

Si la taille de recherche influence le temps de calcul de l'estimation de mouvement, le problème majeur de l'estimation de mouvement par comparaison des MB reste la détermination de la distance. On utilisera, par exemple, la méthode d'estimation de mouvement décrite dans le document intitulé "*Estimation de mouvement en ligne*" de L. Difdier, R. Kamdem, LIM Université de Provence, Décembre 1996.

Un vecteur de mouvement à deux composantes de mouvement translationnel est ainsi obtenu et les deux composantes sont codées par un codage VLC à l'étape E103 en utilisant la table donnée dans le standard H.263+ cité plus haut.

Les coefficients ainsi obtenus sont stockés dans l'unité de stockage 176 de la figure 2a en vue de leur concaténation aux autres informations de codage de l'image courante.

L'étape E107 est ensuite suivie de l'étape E108 au cours de laquelle s'effectue la compensation en mouvement du MB courant. Au cours de cette étape, chaque MB de l'image est translaté du mouvement indiqué par son vecteur de mouvement. L'image compensée en mouvement est stockée dans l'unité 176.

On procède ensuite à la comparaison de l'image obtenue avec l'image originale en calculant la différence entre les deux images (étape E109). L'image de différence est stockée dans l'unité 176.

Le mode de codage est choisi en fonction de l'activité du MB par l'unité de contrôle 178 à l'étape E110. Cette activité est, par exemple, mesurée par la différence entre le MB courant et le MB prédit. Si la différence est supérieure à un seuil, le MB est codé en mode INTRA et il sera codé en mode INTER dans le cas contraire.

Si le MB est codé en mode INTRA, le codage s'effectue selon le processus décrit précédemment.

Si le MB est codé en mode INTER, les étapes E109 et E110 sont suivies par l'étape E101. Au cours de cette étape on applique une transformation en cosinus discret sur les blocs de chaque MB de l'image de différence à coder en mode INTER. Les coefficients DCT obtenus sont stockés dans l'unité de stockage 176 dans un tableau *coeff*.

Cette étape est suivie de l'étape E102 au cours de laquelle on quantifie les MB de coefficients transformés selon le processus décrit en **figure 5c**. Lors de ce processus, chaque bloc du MB est traité successivement.

Ce processus débute à l'étape E150 par l'initialisation de la variable *i* à 0 et la création du tableau *qcoeff* devant recevoir les coefficients quantifiés.

Cette étape est suivie de l'étape E151 qui teste si *i* égal 64.

Si c'est le cas, le processus s'arrête à l'étape E157 et l'on passe à un autre bloc si tous les blocs de l'image n'ont pas été traités.

Dans le cas contraire, l'étape E151 est suivie de l'étape E152 qui crée la variable *level* et lui affecte la valeur suivante $(|coeff[i]|/(2.QP) - QP/2)/(2.QP)$. Là encore *QP* indique le paramètre de quantification du MB.

L'étape E152 est suivie de l'étape E153 au cours de laquelle on vérifie la valeur de *QP*.

Si *QP* est supérieure à 8, *qcoeff* prend la valeur indiquée par l'étape E154, à savoir $\min(127, \max(-127, \text{signe}(coeff[i]), level))$.

Sinon, *qcoeff* prend la valeur indiquée par l'étape E155, à savoir : $\text{signe}(coeff[i].level)$.

Ces deux dernières étapes sont suivies par l'étape E156 qui incrémente la variable i d'une unité et l'on retourne ensuite à l'étape E151 déjà décrite ci-dessus. On notera que le tableau *qcoeff* est stocké dans l'unité 176 de la figure 2a.

5 De retour à la figure 5a2, lorsque tous les MB sont quantifiés, l'étape E102 est suivie de l'étape E103, au cours de laquelle on procède au codage VLC des coefficients DCT quantifiés et on concatène le train binaire obtenu avec les autres informations de codage (en-tête, vecteur de mouvement, train binaire des images précédentes).

10 Ceci met fin au codage des MB INTER des images P.

Notons que dans le mode de codage par défaut du standard H.263 version 2, le train binaire correspondant aux coefficients DCT de chaque MB est précédé de son vecteur de mouvement (s'il existe) et de son en-tête de MB. Tous les MB se suivent donc dans le train binaire.

15 L'étape E102 déjà décrite est également suivie de l'étape E104 au cours de laquelle on procède à la quantification inverse de l'image courante. Cette étape est suivie par l'étape E105 dans laquelle on procède à la transformation en cosinus discret inverse des coefficients déquantifiés. Ces deux derniers processus seront décrits ultérieurement lors de la description du processus de décodage.

20 Pour les MB INTRA, l'étape E105 est suivie de l'étape E106 au cours de laquelle le MB est stocké dans l'unité 176 de la figure 2a.

Pour les MB INTER, on additionne à l'étape E111 les coefficients DCT des MB reconstruits aux MB correspondant issus de l'image compensée en mouvement. Les MB ainsi obtenus sont stockés dans l'unité 176 de la figure 2a. L'ensemble des MB stockés sont re-positionnés pour former une image qui servira de référence pour le codage des images suivantes.

25 La mise en œuvre du codage/décodage du niveau hiérarchique d'amélioration 2 du flux de données vidéo (L2 sur la figure 3b) sera peu différente de celle du niveau de base L1.

30 Une image B sera ainsi, par exemple, insérée entre chaque image du niveau de base comme indiqué en figure 3b.

Lorsque les deux images de référence d'une image B seront codées, elles seront stockées dans l'unité de stockage 176 (étape E106).

On va maintenant mettre en avant, à l'aide des figures 5a1 et 5a2, les différences entre le codage du niveau de base et celui du niveau d'amélioration
5 temporelle 2.

On peut considérer que le codage d'une image B commence à l'étape E99 (figure 5a1) lorsque le numéro de l'image courante n'est pas un multiple de 2. A cette étape, l'image courante est stockée dans l'unité 176.

Cette étape est suivie de l'étape E113 au cours de laquelle on vérifie
10 que les deux images de référence nécessaires au codage de l'image B courante ont bien été codées.

Si ce n'est pas le cas, on retourne à l'étape E98 pour recevoir l'image suivante.

Si c'est le cas, cette étape est suivie de l'étape E107a (figure 5a2) au
15 cours de laquelle on effectue deux estimations de mouvement (avant et arrière). L'algorithme d'estimation de mouvement appliqué est en tous points identiques à celui utilisé lors de l'étape E107.

Trois types de compensation en mouvement sont ensuite réalisés à l'étape E108a (avant, arrière et bidirectionnel). On ajoute de plus, lors de cette
20 étape, une procédure de moyennage des deux MB nécessaires à la prédiction en mode bidirectionnel.

Le contrôle du type de MB effectué à l'étape E110a se fait en sélectionnant un type parmi les types avant, arrière et bidirectionnel.

Le codage de l'erreur de prédiction qui est ensuite effectué aux
25 étapes E109a, E101a, E102a, E103a est en tous points identique au codage pratiqué pour le mode INTER (étapes E109, E101, E102, E103).

Le paramètre de quantification QP du niveau 2 sera, par exemple, égal à 13. A la différence des images P (voir les étapes E104, E105, E106 et E111 décrites plus haut), on ne procède pas à la reconstruction des MB codés
30 car l'image B ne servira jamais de référence.

Le codage des images B du niveau 4 (L4 sur la figure 3b) sera en tous points identique à celui qui vient d'être décrit, hormis les deux images de

référence utilisées qui changeront. En effet, dans ce cas, on utilisera les images EI et/ou EP, qui sont stockées dans l'unité 176 de la figure 2a lors de l'étape E106b, comme références pour les images B de ce niveau.

Notons que le paramètre de quantification QP du niveau 4 sera, par exemple, égal à 5.

En outre, les codages des niveaux 2 et 4 peuvent se faire séquentiellement ou parallèlement.

Le codage du niveau hiérarchique 3 d'amélioration spatiale (L3 sur la figure 3b) débute lorsque le numéro de l'image courante est un multiple de 2 (E99, figure 5a1) et que l'image de référence nécessaire au codage de l'image courante a été codée et stockée dans l'unité 176 de la figure 2a (étape E114).

Le codage d'une image EI ou EP se poursuit ensuite parallèlement par les étapes E112 et E107b.

A l'étape E112, une interpolation de l'image de base stockée dans l'unité 176 à l'étape E106 et correspondant temporellement à l'image courante est réalisée et est à son tour stockée dans l'unité 176.

On calcule ensuite la différence entre l'image originale et l'image interpolée à l'étape E109b et cette différence est stockée dans l'unité 176.

Si l'image de base est une image I, l'image d'amélioration sera une image EI et l'unité de contrôle 178 décide alors à l'étape E110b de coder tous les MB de l'image en mode ascendant. Le mode ascendant consiste à coder la différence stockée dans l'unité 176 en utilisant les mêmes méthodes que pour une image INTRA (étapes E101b, E102b, E103b, E104b, E105b correspondant respectivement aux étapes E101, E102, E103, E104, E105 décrites plus haut).

Le codage d'une image EI se poursuit à l'étape E111b par la reconstruction de l'image codée et par son stockage à l'étape E106b dans l'unité 176.

La reconstruction consiste à additionner aux MB issus de l'étape E105b les MB correspondants (de même position spatiale) obtenus par interpolation de l'image de base (étape E112). Cette image reconstruite servira de référence pour les images suivantes.

Lorsque l'image de base est une image P, l'unité de contrôle choisit de coder les MB de l'image du niveau d'amélioration spatiale 3 en mode ascendant ou avant (image EP).

Le choix du mode de codage des MB se fait à l'étape E110b.

- 5 Le codage d'une image EP débute lui aussi par une interpolation de l'image du niveau de base (étape E112).

Une différence entre l'image originale et l'image interpolée est calculée (étape E109b) et cette différence est stockée dans l'unité 176. Deux images sont donc stockées dans l'unité 176 : l'image du niveau de base
10 interpolée et l'image du niveau d'amélioration spatiale précédente (EI ou EP).

Cette dernière image est utilisée à l'étape E107b pour procéder à une estimation de mouvement dans l'image courante. On obtient alors un vecteur de mouvement pour chaque MB de l'image courante.

- 15 L'étape E107b est suivie de l'étape E108b au cours de laquelle on procède à la compensation en mouvement de l'image de référence.

Cette étape est suivie de l'étape E109b au cours de laquelle l'unité de contrôle 178 choisit le mode de codage et l'on conserve le mode qui permet de minimiser la différence entre le MB original et le MB prédit.

- 20 L'étape E109b est suivie des étapes E101b, E102b et E103b pour le codage et le paramètre de quantification QP pour le niveau 3 est, par exemple, égal à 5.

L'étape E102b est également suivie des étapes E104b, E105b et E111b pour la reconstruction de l'image qui sera stockée dans l'unité 176 à l'étape E106b.

- 25 Il convient de noter que les processus explicités ci-après en référence à la figure 6 n'interviennent qu'à l'étape E25 de l'algorithme de la figure 4 et sont mis en œuvre par l'appareil récepteur (ordinateur central 112).

- 30 La **figure 6** illustre le procédé de décodage des MB codés en mode INTRA (étapes E321 à E324) ou en mode INTER (étape E328 à E333) mis en œuvre par l'unité de calcul 192 de l'appareil récepteur 112 (figure 2b).

L'algorithme de la figure 6 débute par une première étape E319 qui récupère le mode de codage du MB courant inscrit dans le train binaire stocké dans l'unité 194 de la figure 2b.

L'étape E319 est suivie de l'étape E320 qui effectue un test afin de
5 savoir si le MB a été codé en mode INTRA ou ascendant.

Si c'est le cas, l'étape E320 est suivie de l'étape E321 qui récupère, à partir de l'unité de stockage 194 de l'appareil récepteur 112, les coefficients statistiques (codes à longueur variable) liés à ce MB.

L'étape E321 est suivie de l'étape E322 qui décode ces coefficients
10 selon la table de coefficients décrite dans le standard H.263+ cité plus haut. Les coefficients ainsi obtenus forment un ensemble de données bi-dimensionnelles QF[u][v].

L'étape E322 est suivie de l'étape E323 qui dé-quantifie les valeurs de QF[u][v] selon un algorithme de quantification inverse pour obtenir le tableau
15 bi-dimensionnel F[u][v].

L'algorithme de quantification inverse d'un MB est le suivant :

```

for (i = 0; i < 64; i++)
{
20   if (qcoeff[block * 64 + i])
   {
     if (advanced_intra_coding && Mode == MODE INTRA )
     {
       /* Advanced intra coding dequantization */
25       rcoeff[block * 64 + i] = (QP * (2 * qcoeff[block * 64 + i]));

     }
     else
     {
30       if ((QP % 2) == 1)
         rcoeff[block * 64 + i] = QP * (2 * abs (qcoeff[block * 64 + i]) + 1);
       else

```

```

    rcoeff[block * 64 + i] = QP * (2 * abs (qcoeff[block * 64 + i]) + 1) -
1;
    rcoeff[block * 64 + i] = signe (qcoeff[block * 64 + i]) * rcoeff[block *
64 + i];
5      }

      }
      else
        rcoeff[block * 64 + i] = 0;
10    }

    if (Mode == MODE INTRA && (!advanced_intra_coding))
    {
        rcoeff[block * 64] = qcoeff[block * 64] * 8;
15    }

```

Dans cet algorithme, *block* est une variable prenant les valeurs 0, 1, 2 ou 3 pour couvrir tous les blocs d'un MB, *qcoeff* représente les coefficients quantifiés obtenus après le décodage des blocs codés en mode VLC, *rcoeff* représente les coefficients DCT obtenus après quantification inverse, *Mode* est le mode de codage du MB, *QP* est le paramètre de quantification du MB, *abs(a)* est la valeur absolue de *a*, « *advanced_intra_coding* » est un mode de codage particulier qui n'est pas explicité ici car il ne sera pas utilisé dans la description de l'exemple de réalisation.

25 L'étape E323 est suivie de l'étape E324 qui reconstruit les valeurs des pixels du MB courant en fonction des coefficients DCT $F[u][v]$ selon la méthode de décodage décrite dans l'article intitulé "*Fast Algorithms for the Discrete Cosine Transform*", E. Feig and S. Winograd, *IEEE Trans. On Signal Proc.*, vol. 40, No. 9, September 1992.

30 L'étape E324 est suivie de l'étape E325 au cours de laquelle on teste si le MB est codé en mode ascendant.

Si ce n'est pas le cas (le MB est un MB codé en mode INTRA), les valeurs sont stockées à l'étape E334 dans l'unité 194 de la figure 2b en vue d'être visualisées sur l'unité 200 et/ou stockée sur l'unité de stockage longue durée 198.

5 Si c'est un MB codé en mode ascendant, l'étape E325 est suivie de l'étape E326. Au cours de cette étape, si c'est le premier MB ascendant traité dans cette image, on interpole l'image de base stockée dans l'unité 194 de la figure 2b et on récupère les données relatives au MB situé à la même position spatiale que le MB courant.

10 L'étape E326 est suivie de l'étape E327 au cours de laquelle, on additionne les données provenant du MB de base et celles provenant du MB d'amélioration.

L'étape E327 est suivie de l'étape E334 qui stocke les MB décodés dans l'unité 194 de la figure 2b.

15 De retour à l'étape E320, si le MB n'a pas été codé en mode INTRA ou ascendant, l'étape E320 est suivie de l'étape E328 qui récupère le vecteur (ou les vecteurs en mode bidirectionnel) de mouvement codé en mode VLC dans le train binaire.

L'étape E328 est suivie de l'étape E329 qui décode ces coefficients
20 statistiques de manière à obtenir le vecteur de mouvement (resp. les vecteurs de mouvement en mode bidirectionnel).

L'étape E329 est suivie de l'étape E330 au cours de laquelle le MB de l'image de référence (resp. les MB des images de référence) est compensé, c'est-à-dire que le MB est déplacé du vecteur de mouvement ainsi calculé.

25 Les images de référence varient selon le mode de codage :

- Si c'est un MB codé en mode INTER, on utilise l'image du niveau de base précédente ;

- Si c'est un MB codé en mode avant, on utilise l'image précédente obtenue après le décodage des niveaux 1 et 3 (si l'image courante est une
30 image B du niveau 2, on utilise seulement le niveau 1) ;

- Si c'est un MB codé en mode arrière, on utilise l'image suivante obtenue après le décodage des niveaux 1 et 3 (si l'image courante est une image B du niveau 2, on utilise seulement le niveau 1) ;

5 - Si c'est un MB codé en mode bidirectionnel, on utilise les images précédente et suivante obtenues après le décodage des niveaux 1 et 3 (si l'image courante est une image B du niveau 2, on utilise seulement le niveau 1).

Les images de référence sont stockées dans l'unité 194 de la figure 2b tant qu'elles sont nécessaires.

10 L'étape E330 est suivie de l'étape E331 qui récupère les coefficients statistiques DCT représentant le MB de différence et les stocke dans l'unité de stockage 194.

L'étape E331 est suivie de l'étape E332 qui reconstruit le MB de différence à partir de ces coefficients statistiques selon le décodage INTRA décrit précédemment.

15 L'étape E332 est suivie de l'étape E333 qui calcule la somme du MB compensé et du MB de différence.

L'étape E333 est suivie de l'étape E334 qui stocke les MB décodés sur l'unité 194 en vue d'être visualisés sur l'unité 200 et/ou stockés sur l'unité de stockage longue durée 198 (figure 2b).

20 De retour à la **figure 4**, en fonctionnement normal, l'unité de transmission/réception 182 de l'appareil émetteur de la figure 2a (sources de données vidéo 51 à 56) ne transmet vers l'ordinateur central 112 (appareil récepteur) que la partie du niveau 1 de la séquence vidéo, c'est-à-dire la partie contenant les en-têtes et les vecteurs de mouvement de chaque MB codé de
25 chaque image (étape E11).

L'étape E11 est suivie de l'étape E12 où l'unité de contrôle 206 de l'ordinateur central vérifie la bonne réception des vecteurs de mouvement provenant de chaque appareil émetteur connecté sur le réseau.

30 Si pendant une seconde, aucun vecteur de mouvement n'est reçu de la part d'un appareil émetteur, une alarme est déclenchée à l'étape E120. Cette alarme consiste à afficher un message sur l'écran 200 de la figure 2b indiquant qu'un incident se produit dans la pièce où se trouve l'appareil émetteur (par

exemple, la caméra est débranchée ou défectueuse). Notons que chaque appareil émetteur est reconnu grâce à son numéro de connexion suivant le standard IEEE1394 (numéro de nœud sur le bus IEEE1394) transporté dans les paquets conformes au standard IEEE1394.

- 5 De plus, l'utilisateur associe à chaque numéro de connexion lors de l'installation du système, un nom de pièce de la maison (cuisine, chambre 1, ...) et ce nom est stocké sur le disque dur 196 de l'ordinateur central. L'unité de calcul 192 vient lire ce nom en cas d'alarme.

- 10 Dans le cas contraire (bonne réception), l'ordinateur central reçoit de la part de chaque appareil émetteur connecté au réseau des données d'en-tête et des vecteurs de mouvement à l'étape E13.

- Ces informations sont représentatives de l'activité temporelle de la séquence vidéo qui est présente au niveau de l'appareil émetteur concerné. En outre, ces informations occasionnent, lors de leur transmission sur le réseau, un débit très faible, ce qui est particulièrement avantageux.
- 15

Les informations issues de chaque appareil émetteur et obtenues par l'appareil récepteur sont traitées aux étapes E14, E15, E16 et E17 en parallèle pour chaque appareil.

- Suivant ces étapes respectives, les informations temporelles obtenues sont analysées (E14) et, en fonction du résultat de l'analyse (E15), il est décidé :
- 20

- soit de générer une requête à destination de l'appareil émetteur qui a transmis ces informations temporelles afin d'obtenir ultérieurement des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo considérée (E17),
- 25 - soit de ne pas générer une telle requête (E16).

Les étapes E14, E15, E16 et E17 sont reprises de façon plus détaillée dans l'algorithme de la **figure 7** qui comporte différentes instructions ou portions de code correspondant à des étapes du procédé selon l'invention.

- 30 L'exécution de cet algorithme par l'unité de calcul 192 de l'ordinateur central 112, et donc l'exécution du programme d'ordinateur P stocké dans l'unité de stockage 194 ou dans le disque dur 196 et qui s'appuie sur

l'algorithme, permet de mettre en œuvre le procédé selon l'invention dans l'ordinateur 112.

L'algorithme débute à l'étape E600 par la réception des vecteurs de mouvement et des données d'en-tête d'une image. Ces informations sont
 5 reçues par la carte IEEE1394 et redirigées vers l'unité de stockage temporaire 194. Pour chaque image, l'unité de calcul 192 calcule la norme cumulée V_{Σ_k} de tous les vecteurs de mouvement des MB de l'image, ce qui revient à déterminer un indice d'activité temporelle de la séquence vidéo considérée à partir des informations temporelles obtenues. V_{Σ_k} est initialisée à la valeur 0 à l'étape
 10 E600, l'indice k indiquant ici le numéro de l'image courante.

L'étape E600 est suivie de l'étape E601 où l'on compare l'indice déterminé V_{Σ_k} à une borne $V_{\max}$ (premier indice seuil prédéterminé). La borne $V_{\max}$ est, par exemple, fixée empiriquement par l'utilisateur lors de l'installation du système. Il pourra utiliser pour cela, par exemple, un ensemble de
 15 séquences vidéo d'entraînement ayant des mouvements hétérogènes, ce qui lui permettra de décider visuellement au delà de quel mouvement une alarme doit être déclenchée. La norme des vecteurs de mouvement cumulée sera alors conservée et servira de borne $V_{\max}$.

Si l'indice V_{Σ_k} est inférieur à $V_{\max}$, l'étape E601 est suivie par l'étape
 20 E602 qui vérifie que le numéro n du MB courant est inférieur au nombre de MB dans une image N_{MB} .

Si c'est le cas, l'étape E602 est suivie de l'étape E603 au cours de laquelle on calcule la norme V_n du vecteur de mouvement du MB courant, x et y représentant les deux composantes du vecteur.

25 V_n est ajoutée à V_{Σ_k} à l'étape E604 et cette étape est suivie de l'étape E605 qui incrémente n d'une unité.

Si au cours de l'étape E602 n a atteint N_{MB} , alors cette étape est suivie d'une étape E609 au cours de laquelle il est décidé de ne pas demander d'informations supplémentaires pour l'image courante. Cette étape est ensuite
 30 suivie de l'étape E600 déjà décrite pour passer à l'analyse de l'image suivante.

Si au cours de l'étape E601 l'indice V_{Σ_k} est supérieur à $V_{\max}$, cela signifie qu'un mouvement significatif a été détecté par l'appareil émetteur concerné, alors l'étape E601 est suivie de l'étape E606 au cours de laquelle on compare V_{Σ_k} à V_{HM} qui représente un indice de fort mouvement (deuxième indice seuil prédéterminé).

Si V_{Σ_k} est supérieure à V_{HM} , cela signifie qu'un fort mouvement a été détecté et un indicateur de fort mouvement est alors stocké dans l'unité de stockage temporaire 194 de la figure 2b (E607).

Par exemple, $V_{HM} = \sqrt{16^2 + 16^2}$, ce qui signifie qu'au moins un MB s'est déplacé d'un mouvement tel qu'il ne recouvre plus le MB d'origine.

Les étapes E606 et E607 sont ensuite suivies de l'étape E608 qui transmet à l'appareil émetteur concerné (caméra) une requête en vue de l'obtention des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo considérée, à savoir des informations spatiales du niveau 1 (données DCT).

Si V_{Σ_k} est inférieure ou égale à V_{HM} (le mouvement détecté n'est pas considéré comme un fort mouvement), alors l'étape E606 est suivie de l'étape E608 déjà décrite.

On notera que dans tous les cas, l'étape E601 est suivie de l'étape E602 jusqu'à traitement de tous les MB de l'image et la valeur finale de V_{Σ_k} est stockée dans l'unité de stockage temporaire 194.

On notera que, quel que soit le résultat du test de comparaison visé à l'étape E606, des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo considérée seront demandées à l'étape E608.

De retour à la **figure 4**, si aucun mouvement n'a été détecté à l'étape E15, cette dernière est suivie de l'étape E16 au cours de laquelle la décision de n'envoyer aucune requête est prise.

En cas de détection de mouvement (E607), une requête est envoyée à l'appareil émetteur concerné à l'étape E17 (E608). Cette requête est reçue

par l'appareil émetteur concerné, ce qui déclenche la transmission à l'étape E18, d'informations spatiales (données DCT du niveau 1).

Ces informations spatiales sont reçues par l'appareil récepteur 112 (l'ordinateur central) à l'étape E19 et sont analysées à l'étape E20.

5 La **figure 8** comporte différentes instructions ou portions de code correspondant à des étapes du procédé selon l'invention.

L'exécution de cet algorithme par l'unité de calcul 192 de l'ordinateur central 112, et donc l'exécution du programme P stocké dans l'unité de stockage 194 ou dans le disque dur 196 et qui s'appuie sur l'algorithme permet
10 de mettre en œuvre le procédé selon l'invention dans l'ordinateur 112.

La figure 8 illustre le processus mis en œuvre lors de la réception des données DCT du niveau 1 et représenté sur la figure 4 par les étapes E19, E20, E21, E22 et E23.

On notera que l'étape E22 est optionnelle.

15 L'algorithme débute à l'étape E700 par la réception des données DCT. Lors de cette étape, on initialise n , σ_{Σ_k} et σ_n à 0 où σ_n et σ_{Σ_k} désignent respectivement la variance du $n^{\text{ième}}$ MB et la variance cumulée des n premiers MB.

L'étape E700 est suivie de l'étape E701 qui vérifie que tous les MB
20 de l'image courante n'ont pas été traités.

Si c'est la cas ($n < N_{MB}$), alors l'étape E701 est suivie de l'étape E702 au cours de laquelle on calcule la variance du MB courant σ_n .

L'étape E702 est suivie de l'étape E703 au cours de laquelle on augmente la valeur de σ_{Σ_k} de σ_n , ce qui revient à déterminer un indice
25 d'activité spatiale de la séquence vidéo considérée à partir des informations spatiales obtenues.

Cette étape est suivie de l'étape E704 au cours de laquelle on passe au MB suivant en incrémentant n d'une unité.

Si à l'étape E701 tous les MB ont été traités ($n = N_{MB}$), cette étape
30 est suivie de l'étape E705 au cours de laquelle on compare σ_{Σ_k} à un indice

seuil prédéterminé $\sigma_{\max}$. De la même manière que $V_{\max}$, $\sigma_{\max}$ est, par exemple, fixée empiriquement.

Si à l'étape E705, $\sigma_{\Sigma k}$ est inférieure à $\sigma_{\max}$ (faible activité spatiale), alors cette étape est suivie par l'étape E706 au cours de laquelle on vérifie la présence de l'indicateur de fort mouvement V_{HM} qui a pu être déterminé à l'étape E606 de la figure 7 et stocké à l'étape E607.

S'il est présent, l'étape E706 est suivie de l'étape E707 au cours de laquelle la décision de générer une requête en vue d'obtenir le niveau 2 (demande d'informations temporelles supplémentaires) de la part de l'appareil émetteur concerné est prise.

Dans le cas contraire (pas d'indication de fort mouvement), l'étape E706 est suivie de l'étape E708 au cours de laquelle il est décidé de ne pas demander d'informations temporelles supplémentaires compte tenu de l'activité spatiale et temporelle. Notons que $\sigma_{\Sigma k}$ est stockée dans l'unité de stockage temporaire 194 à l'étape E705.

De retour à l'étape E705, si une forte activité spatiale a été détectée ($\sigma_{\Sigma k} > \sigma_{\max}$), alors cette étape est suivie par l'étape E709.

Au cours de cette étape on vérifie la présence de l'indicateur de fort mouvement.

S'il est présent, l'étape E709 est suivie de l'étape E710 au cours de laquelle la décision est prise de générer une requête en vue d'obtenir des informations supplémentaires, à savoir les niveaux 3 (demande d'informations spatiales supplémentaires) et 4 (demande d'informations temporelles supplémentaires) de la part de l'appareil émetteur concerné.

Dans le cas contraire (pas d'indicateur de fort mouvement), l'étape E709 est suivie de l'étape E711 au cours de laquelle la décision de générer une requête en vue d'obtenir le niveau 3 (demande d'informations spatiales supplémentaires) de la part de l'appareil émetteur concerné est prise, puisqu'ici seule une forte activité spatiale est détectée.

Ainsi, pour chaque appareil émetteur (source de données vidéo) qui a transmis à l'appareil récepteur 112 des premières informations temporelles

(mouvement détecté), on a pu obtenir des premières informations spatiales qui ont été analysées.

En fonction du résultat de l'analyse et de la détection ou non d'un fort mouvement (deuxième seuil), on décide alors de demander ou non des informations spatiales et/ou temporelles supplémentaires (niveaux d'amélioration spatiale et/ou temporelle).

De cette manière on a donc sélectionné des niveaux dits de souscription qui, théoriquement, devraient être demandés à chaque appareil émetteur concerné compte tenu de la décision prise aux étapes E707, E710 et E711 de la figure 8.

On notera que l'invention permet ainsi de sélectionner à distance de façon automatique et centralisée les appareils émetteurs qui détiennent des données vidéo pertinentes.

Il convient de noter que, dans certains cas, le coût calculatoire induit par l'ensemble des processus de décodage n'est pas gérable en temps réel par l'appareil récepteur 112. En effet, cet ordinateur peut ne pas être dédié à l'application de vidéo surveillance et, par exemple, avoir en charge d'autres applications telles que des jeux vidéo, par exemple.

Toutefois, même dans le cas idéal où l'appareil récepteur serait dédié à la vidéo surveillance on peut également avoir à faire face au même problème. En effet, il peut arriver que plusieurs mouvements soient détectés simultanément à l'étape E15, respectivement par plusieurs appareils émetteurs.

Si un ordinateur PC actuel peut facilement gérer le décodage d'un flux vidéo en temps réel, il lui devient par contre beaucoup plus difficile d'assurer plusieurs opérations de décodage en parallèle sans que la vitesse d'affichage en soit affectée. Il existe donc là un risque de provoquer un phénomène de congestion à l'entrée de l'ordinateur, voire un arrêt incontrôlé de celui-ci.

Un système centralisé utilisant plusieurs appareils émetteurs (par exemple des caméras) doit pouvoir gérer de tels cas. Pour ce faire, il est proposé une solution permettant de réduire la charge de calcul de l'appareil récepteur 112 en cherchant un compromis entre tous les flux qui sont

théoriquement et de façon optimale à transmettre par plusieurs appareils émetteurs et en tentant de privilégier les flux les plus pertinents.

Cette solution est mise en place à la fin du processus de sélection des niveaux d'échelonnabilité par appareil émetteur (E21), avant l'envoi des
 5 requêtes aux appareils concernés. Dans ce cas, plutôt que de transmettre directement les requêtes après leur génération, celles-ci sont stockées dans l'unité 194 de la figure 2b en vue d'être utilisées à l'étape E22.

Les processus mis en œuvre à l'étape E22 sont illustrés par la **figure 9** sous la forme d'un algorithme comportant deux processus qui vont être
 10 exécutés en parallèle.

Les processus sont exécutés par l'unité de calcul 192 de l'ordinateur central 112 (figure 2b).

Le premier processus (respectivement le second processus) débute à l'étape E800a (respectivement E800b) par la classification des flux sur une
 15 échelle d'activité spatiale (resp. temporelle) comme représenté sur la **figure 10**.

Pour cela on récupère les valeurs de V_{Σ_k} déterminées par l'algorithme de la figure 7 (resp. les valeurs de σ_{Σ_k} déterminées par l'algorithme de la figure 8) des N dernières images reçues et stockées dans l'unité de stockage temporaire 194. On prendra, par exemple, N=10.

20 On additionne ces N valeurs pour estimer les activités spatiales, d'une part, et temporelles, d'autre part, de chaque appareil émetteur (source vidéo) S1, S2, S3, S4, S5, S6 et pour les classer dans le sens des activités croissantes sur deux échelles respectives illustrées à la figure 10. Si représente le i-ème appareil émetteur et L_i représente le niveau d'échelonnabilité i obtenu
 25 et, théoriquement et de façon optimale, à obtenir.

L'étape E800a (resp. E800b) est suivie de l'étape E801a (resp. E801b) au cours de laquelle on génère un treillis de type Vitterbi représentant en abscisse les appareils émetteurs dans le sens des activités croissantes.

Ces treillis sont représentés aux **figures 11** et **12** et sont dédiés
 30 respectivement à l'activité spatiale et à l'activité temporelle.

Dans chaque treillis, chaque appareil émetteur est, dans un premier temps, représenté en ordonnée par son niveau de souscription optimal. Une

souscription correspond au nombre de niveaux hiérarchiques assignés à chaque appareil émetteur après exécution des algorithmes des figures 7 et 8 et que chaque appareil devrait théoriquement et de façon optimale transmettre à l'appareil récepteur 112.

- 5 Les niveaux les plus hauts de chaque souscription sont ensuite reliés à l'étape E802a (resp. E802b) et le chemin ainsi obtenu pour chaque treillis est dit optimal.

- L'étape E802a (resp. E802b) est suivie de l'étape E803a (resp. E803b) au cours de laquelle on détermine des chemins de parcours de chaque treillis alternatif. Ces chemins alternatifs ne sont pas optimaux en terme de 10 qualité mais permettent de réduire le coût de décodage qui leur est associé. Ils peuvent alors représenter un meilleur compromis coût de décodage/qualité que le chemin optimal.

- Ces chemins alternatifs sont générés en plusieurs étapes, chaque treillis étant parcouru séparément. 15

A chaque étape, on réduit le niveau de souscription de l'appareil émetteur ayant la plus faible activité spatiale (resp. la plus faible activité temporelle) et souscrivant à plus de un niveau hiérarchique d'informations spatiales et/ou temporelles.

- 20 Concrètement, on supprime de la souscription de l'appareil concerné le niveau d'échelonnabilité spatiale (resp. le niveau d'échelonnabilité temporelle) le plus élevé.

Ainsi, l'appareil concerné contribue pour le chemin alternatif considéré à un niveau de hiérarchie spatiale et/ou temporelle réduit.

- 25 On notera qu'à chaque parcours d'un treillis on ne supprime un niveau qu'à un seul appareil.

A la fin de ce processus plusieurs chemins alternatifs ont été définis comme représenté sur les figures 11 et 12 par les solutions notées 1, 2, 3, 4.

- 30 L'étape E803a (resp. E803b) est suivie de l'étape E804a (resp. E804b) au cours de laquelle on associe à chaque chemin, un coût de décodage. Le coût de décodage d'un chemin correspond à l'estimation des

calculs nécessaires pour effectuer le décodage d'informations spatiales et/ou temporelles provenant des différents appareils émetteurs placés sur le chemin.

L'étape E804a (resp. E804b) est suivie de l'étape E805 au cours de laquelle on sélectionne la meilleure solution, c'est-à-dire le chemin optimal en termes de coût de décodage/qualité pour l'ensemble des deux treillis.

Cette sélection consiste à classer l'ensemble des solutions dans le sens des coûts calculatoires croissants. On choisit ensuite le chemin (et la souscription associée) ayant le coût de décodage le plus proche (tout en restant inférieur) de la borne fixée par les capacités de décodage de l'appareil récepteur 112, à savoir sa capacité de calcul.

Les requêtes correspondantes sont ensuite envoyées aux appareils émetteurs. On sélectionne ainsi à distance de façon automatique et centralisée les appareils émetteurs détenteurs de données vidéo pertinentes en tenant compte de la capacité de calcul de l'appareil récepteur qui centralise les opérations.

On utilise ainsi de façon optimale les ressources de calcul de l'appareil récepteur.

En outre, les décisions précitées sont prises par l'appareil récepteur de manière adaptée au contenu des données vidéo à transmettre par les appareils émetteurs.

Il convient de noter que si aucun chemin n'est compatible avec les capacités de décodage de l'ordinateur central 112, tous les flux en provenance des différents appareils émetteurs sont transmis en utilisant le niveau hiérarchique 1(L1).

L'appareil récepteur rejettera des images lorsque ses capacités seront dépassées. Il pourra rejeter, par exemple, toutes les images P entre deux images I.

Le coût calculatoire est déterminé en fonction du type de niveaux d'échelonnabilité souscrit par chaque appareil. On suppose que l'utilisateur a déterminé grâce à un ensemble de séquences d'entraînement le coût moyen de décodage de chaque niveau d'échelonnabilité L1, L2, L3 et L4 et l'on désigne

par C1, C2, C3, et C4 respectivement, les coûts calculatoires de décodage des niveaux L1, L2, L3 et L4.

Ces coûts sont stockés sur le disque dur 196 de l'ordinateur central 112 et l'unité de calcul 192 lit ensuite ces valeurs sur le disque dur pour
 5 déterminer le coût calculatoire d'une souscription d'un appareil émetteur donné. Si, par exemple, une souscription indique que les niveaux L1, L3 et L4 sont requis pour un appareil, le coût de cette souscription sera la somme des coûts C1, C3 et C4.

Le coût de décodage d'une séquence vidéo, noté O, est également
 10 appelé complexité de décodage, et sa détermination correspond à la détermination du nombre total d'opérations qui sont à effectuer pendant un intervalle de temps prédéterminé en vue de décoder une pluralité de macro-blocs codés.

Pour déterminer cette complexité de décodage, on va s'intéresser à
 15 un segment composé de $N_{\text{INTRA}} + N_{\text{inter}}$ images.

La complexité d'un tel segment est fournie par l'équation suivante :

$$O = (N_{\text{Intra}} * MB_{\text{Intra}} * O_{\text{Intra}} + \sum_{i=0}^{N_{\text{inter}}} (MB_{\text{intra}}^i * O_{\text{Intra}} + MB_{\text{inter}}^i * O_{\text{inter}}),$$

où :

- N_{Intra} est le nombre d'images codées en mode INTRA pour le segment
 20 considéré, le segment correspond à un nombre donné d'images par seconde,
- N_{inter} est le nombre d'images codées en mode INTER ou prédictif pour le segment considéré,
- MB_{Intra} est le nombre de macro-blocs codés en mode INTRA dans une image codée en mode INTRA,
- 25 - O_{Intra} est la complexité de décodage d'un macro-bloc codé en mode INTRA,
- MB_{Intra}^i est le nombre de macro-blocs codés en mode INTRA dans une image codée en mode INTER,
- MB_{inter}^i est le nombre de macro-blocs codés en mode Inter dans une image codée en mode INTER, et

- O_{inter} est la complexité de décodage d'un macro-bloc codé en mode INTER.

On s'aperçoit ainsi que la détermination de la complexité de décodage du segment d'images défini ci-dessus passe par une étape préalable d'analyse du mode de codage utilisé pour coder chaque macro-bloc. Ensuite, il s'agit de déterminer, pour chaque macro-bloc qui a été codé selon un mode de codage différent, la complexité de décodage de ce macro-bloc, c'est-à-dire le nombre élémentaire d'opérations qu'il est nécessaire d'effectuer pour procéder à son décodage.

La détermination de la complexité de décodage du segment susvisé passe ensuite par une étape au cours de laquelle on identifie le nombre de macro-blocs codés selon chacun des modes de codage différents et, connaissant la complexité de décodage pour chacun de ces modes de codage, on en déduit le nombre total d'opérations qu'il est nécessaire d'effectuer pendant l'intervalle de temps prédéterminé pour décoder la pluralité de macro-blocs codés constituant le segment défini plus haut.

Dans l'exemple décrit ci-dessous, on s'intéresse dans un premier temps au mode de codage d'une image INTRA ou INTER puis, selon que celle-ci est codée en mode INTRA ou en mode INTER, on procède de la façon suivante :

- Si l'image est codée en mode INTRA, alors il suffit de prendre en compte la complexité de décodage d'un macro-bloc et le nombre de macro-blocs contenus dans cette image, puis de multiplier le chiffre obtenu correspondant à la complexité de décodage d'une image codée en mode INTRA par le nombre d'images N_{intra} codées suivant ce mode.
- Si l'image est codée en mode INTER, il faut alors rechercher à l'intérieur de chaque image le nombre de macro-blocs codés suivant le mode de codage INTRA ou INTER, puis obtenir pour chaque image, d'une part, la complexité de décodage pour les macro-blocs codés selon le mode de codage INTRA et, d'autre part, la complexité de décodage pour les macro-blocs codés selon le mode de codage INTER.

Il faut ensuite faire la somme de ces complexités de décodage afin d'obtenir la complexité de décodage totale d'une image codée en mode INTER.

Il reste ensuite à multiplier ce chiffre par le nombre d'images codées en mode INTER N_{inter} .

On notera que la détermination de la complexité de décodage d'un macro-bloc varie selon que celui-ci est codé en mode INTRA ou en mode

5 INTER.

Comme décrit ci-après, la détermination de la complexité de décodage d'un macro-bloc va être détaillée suivant que le codage a lieu en mode INTRA ou en mode INTER.

1) Codage en mode INTRA

10 Le décodage s'effectuant bloc de données par bloc de données la complexité de décodage d'un macro-bloc est égale à la complexité liée au décodage des quatre blocs qui le composent.

15 Plus particulièrement, on détermine la complexité de décodage d'un bloc en comptabilisant le nombre d'opérations élémentaires intervenant dans les différents algorithmes mis en œuvre dans le processus de décodage.

Les valeurs de la complexité liée au décodage DCT sont fournies par l'article *"Fast Algorithms for the Discrete Cosine Transform"*, E. Feig and S. Winograd, *IEEE Trans. On Signal Proc.*, vol. 40, No. 9, September 1992.

20 La table 1 ci-dessous détaille la détermination de la complexité de décodage des différents algorithmes qui interviennent dans le décodage d'un bloc à partir des différentes opérations élémentaires.

traitement	test	Multiplication	Addition	Affectation
VLD				64
Inverse Q	192	256		192
Saturation	128		64	
Contrôle	2		64	65
Inverse DCT		94	454	64
Total	322	350	582	385

Table 1

Préférentiellement, toutes ces opérations sont considérées comme élémentaires exceptée la multiplication qui est considérée comme équivalente à deux opérations élémentaires.

Ainsi, la complexité totale de décodage d'un macro-bloc (composantes de luminance) codé en mode INTRA O_{Intra} est de $4 \times 1989 = 7956$ opérations élémentaires.

2) Codage en mode INTER

Dans le cas où le macro-bloc est codé en mode INTER, il faut ajouter à la complexité de décodage en mode INTRA, la complexité de décodage liée, d'une part, à la reconstruction du vecteur de mouvement à partir du vecteur de mouvement différentiel et, d'autre part, à la reconstruction du macro-bloc (reconstruction du macro-bloc de différence et addition de ce macro-bloc avec le macro-bloc prédit).

La détermination de la complexité de décodage de ces processus est détaillée dans la table 2 ci-dessous qui fournit, pour chaque processus, le nombre d'opérations élémentaires qui interviennent.

Traitement	test	multiplication	Addition	affectation
VLD				2
Reconstruction vecteur mouvement	7	5	13	11
Reconstruction macro-bloc différence	1288	1400	2328	1540
Construction du macro-bloc prédit			512	256
Reconstruction du macro-bloc			256	256
Total	1295	1405	3109	2065

Table 2

Ainsi, pour le mode INTER ou prédictif, la complexité totale de décodage d'un macro-bloc codé en mode INTER O_{Inter} est de 7874 opérations élémentaires.

On déduit de ce qui précède la complexité de décodage O d'un segment composé de $N_{\text{Intra}} + N_{\text{Inter}}$ images et qui a été définie plus haut.

Lorsque les modes de codage utilisés ne sont pas uniquement les modes INTRA et INTER, on raisonnera de la façon suivante en première approximation : le coût de décodage des MB avant et arrière est identique à celui des MB INTER, le coût de décodage des MB ascendants est identique à celui des MB INTRA et le coût de décodage des MB bidirectionnels est le double de celui des MB INTER.

Ainsi, connaissant les modes de codage des MB des différentes images de la séquence vidéo, on déduit de la méthode exposée ci-dessus le coût de décodage d'une séquence vidéo.

Les coûts de décodages étant exprimés en nombres d'opérations élémentaires par seconde, ils pourront alors être comparés directement à la capacité de calcul de l'appareil récepteur 112 indiquée par la fréquence de fonctionnement de son processeur.

Dès lors que l'on a vérifié à l'étape E22 de la figure 4 la compatibilité des niveaux hiérarchiques de souscription des différents appareils émetteurs avec une des contraintes de l'appareil récepteur 112, à savoir sa capacité de calcul, alors cette étape E22 est suivie de l'étape E23 qui transmet les requêtes préalablement stockées à l'étape E21 aux appareils émetteurs concernés.

L'étape E23 est ensuite suivie de l'étape E24 au cours de laquelle les requêtes sont reçues par les appareils émetteurs, ce qui déclenche la transmission des informations spatiales et/ou temporelles supplémentaires correspondantes.

L'étape E24 est suivie de l'étape E25 au cours de laquelle l'appareil récepteur 112 reçoit les données vidéo, les décode selon le processus décrit plus haut en référence à la figure 6 et les affiche sur son écran 200.

Il est encore possible d'améliorer l'invention dans la mesure où, jusque là, seules les capacités de décodage de l'appareil récepteur 112 ont été prises en compte comme contraintes.

Or, dans un réseau, il est connu que la bande passante disponible est elle aussi une contrainte et il est alors essentiel de respecter les contraintes de bande passante afin d'éviter les phénomènes de congestion.

Ainsi, on prévoit selon l'invention d'ajouter dans l'appareil récepteur 112 un module d'analyse du réseau qui fournira la bande passante disponible sur le réseau à l'étape E22 de l'algorithme de la figure 4.

Cette information peut-être obtenue en utilisant un message
5 THROUGHPUT tel que défini dans le standard IEEE1394.1. Ce message permet d'obtenir la quantité de bande passante (représentée en termes d'unités temporelles libres dans un cycle de 125 μ s) disponible entre chaque appareil émetteur (caméra) et l'appareil récepteur (ordinateur central).

De la même manière que l'on a déterminé le coût calculatoire induit
10 par chaque souscription, on détermine le débit nécessaire à chaque souscription.

A l'aide de séquences d'entraînement, un débit moyen est associé à chaque niveau d'échelonnabilité et ces informations sont stockées sur le disque dur 196.

15 On vient ensuite lire ces données à l'étape E22 pour déterminer le débit induit par chaque souscription.

On choisit alors le chemin (et la souscription associée) ayant le coût de décodage le plus proche (tout en restant inférieur) de la borne fixée par les capacités de décodage de l'appareil récepteur 112 et dont le débit induit sera
20 compatible avec la bande passante disponible sur le réseau.

Il convient de noter que l'utilisation d'un réseau de communication IEEE1394 implique que, pour chaque connexion isochrone, un canal soit réservé ainsi que la bande passante associée. La réservation de bande passante est en fait un abus de langage dans la norme IEEE1394 puisque l'on
25 réserve plutôt des périodes de temps dans les cycles de 125 micro-secondes définis par la norme.

En fonctionnement normal, les données d'en-tête et les vecteurs de mouvement sont transmis en mode asynchrone qui est le mieux adapté à ce type de données. Ce mode de transmission permet en effet d'assurer le
30 transport des données sans pour autant nécessiter la réservation d'un intervalle de temps dans une période de 125 micro-secondes, ce qui reviendrait en fait à réserver un débit pouvant être supérieur au débit induit par les vecteurs de

mouvement.

De plus, le mode de transmission asynchrone garantit l'intégrité des données transmises, ce qui est essentiel étant donné l'importance pour l'appareil récepteur de recevoir en permanence des informations temporelles de
5 niveau 1 de tous les appareils émetteurs qui y sont connectés. En effet, une erreur pourrait empêcher le déclenchement d'une alarme ou déclencher une fausse alarme.

Comme exposé ci-dessus, la non réception des informations temporelles pendant une période fixée, par exemple, à une seconde, doit
10 déclencher systématiquement une alarme.

On peut remarquer toutefois que ce type d'incident peut avoir plusieurs origines, toutes n'étant pas liées à une intrusion. On peut imaginer, par exemple, qu'un surplus de données asynchrones empêche certaines données d'en-tête d'arriver à temps.

15 Un tel événement peut se produire en cas de forte charge du bus IEEE1394 d'une caméra, d'un bus intermédiaire ou du bus de l'ordinateur central et il s'agit alors d'une fausse alarme.

Dans d'autres cas, la caméra pourrait être arrêtée par un intrus et il est alors clair qu'une alarme doit être déclenchée.

20 La norme IEEE1394 permet de connaître la charge d'un bus IEEE1394 et, par conséquent, une amélioration pourrait consister à vérifier la charge du réseau en cas de non réception des informations temporelles avant le déclenchement réel d'une alarme.

Lorsqu'une alarme est déclenchée par contre, toutes les données
25 relatives à une séquence vidéo sont transmises en mode isochrone. En effet, dès lors que ces données doivent être affichées avec une cadence fixée, ce mode devient privilégié.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'analyse d'au moins une séquence vidéo présente au niveau d'au moins un appareil émetteur dans un réseau de communication
- 5 comportant également au moins un appareil récepteur, caractérisé en ce que la séquence vidéo étant compressée selon une méthode de codage qui génère un train binaire comportant des informations représentatives de l'activité temporelle des images de la séquence vidéo et des informations représentatives de l'activité spatiale des images de cette séquence vidéo, les informations temporelles et
- 10 spatiales étant réparties suivant un ou plusieurs niveaux de hiérarchie spatio-temporelle, le procédé comporte les étapes suivantes effectuées au niveau de l'appareil récepteur :
- obtention d'informations représentatives de l'activité temporelle de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
 - 15 - analyse des informations temporelles obtenues,
 - en fonction du résultat de l'analyse, décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'analyse des informations temporelles obtenues comprend plus particulièrement les étapes de :
- détermination d'un indice d'activité temporelle de la séquence vidéo à partir des informations obtenues,
 - 25 - comparaison de l'indice déterminé à un premier indice seuil prédéterminé.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de comparaison de l'indice déterminé à un second indice seuil prédéterminé.
- 30 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la méthode de codage est une méthode de codage hybride fondée sur le codage

de blocs de données d'une image et qui génère un train binaire de données vidéo suivant plusieurs niveaux hiérarchiques spatio-temporels.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le premier niveau hiérarchique comprend des données d'en-tête et des vecteurs de mouvement des blocs des images de la séquence vidéo.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les informations représentatives de l'activité temporelle sont les vecteurs de mouvement.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- obtention d'informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,

- analyse des informations spatiales obtenues,

- en fonction du résultat de l'analyse, décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations supplémentaires représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'analyse des informations spatiales obtenues comprend plus particulièrement les étapes de :

- détermination d'un indice d'activité spatiale de la séquence vidéo à partir des informations spatiales obtenues,

- comparaison de l'indice déterminé à un indice seuil prédéterminé.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le procédé comporte en outre une étape de décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations temporelles supplémentaires est nécessaire en fonction du résultat de l'analyse effectuée sur les informations temporelles et/ou spatiales obtenues.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que l'étape de décision tient compte de la capacité de calcul de l'appareil récepteur.

11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que l'étape de décision tient compte de la bande passante disponible sur le réseau.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que, lorsque des informations temporelles et spatiales ont été obtenues de plusieurs appareils émetteurs et qu'une décision visant à obtenir d'au moins un d'entre eux des informations temporelles et/ou spatiales supplémentaires a été jugée nécessaire, le procédé comporte une étape de classification de chaque appareil émetteur par rapport aux autres appareils, en fonction des informations temporelles et des informations spatiales obtenues de cet appareil.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'ensemble des appareils émetteurs sont représentés dans deux treillis de type Vitterbi, l'un dédié à l'activité temporelle et l'autre à l'activité spatiale, et dans chacun desquels chaque appareil est représenté en abscisse et, selon le treillis concerné, chaque niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle obtenue et/ou à obtenir est représenté en ordonnée.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte, pour chaque treillis, une étape de détermination d'un chemin optimal entre les appareils en ne tenant compte, pour chacun d'entre eux, que du niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle le plus élevé.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte, pour chaque treillis, une étape de détermination d'un ou de plusieurs chemins alternatifs entre les appareils en effectuant, pour un treillis donné, les opérations suivantes qui sont réitérées pour déterminer plusieurs chemins alternatifs :

- parcours du treillis considéré,
- suppression, selon le treillis considéré, du niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle obtenu et/ou à obtenir le plus élevé pour l'appareil émetteur ayant, selon le cas, l'activité spatiale ou l'activité temporelle la plus faible et disposant d'au moins deux niveaux d'informations hiérarchiques, conduisant ainsi à la détermination d'un chemin alternatif auquel l'appareil précité contribue pour un niveau de hiérarchie spatiale et/ou temporelle réduit.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'association d'un coût de décodage à chaque chemin alternatif déterminé, le coût de décodage associé à un chemin correspondant à l'estimation des calculs nécessaires pour effectuer le décodage d'informations spatiales et/ou

temporelles codées provenant des différents appareils émetteurs placés sur le chemin.

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de sélection du chemin optimal en déterminant parmi tous les chemins celui dont le coût de décodage est le plus proche de la capacité de calcul de l'appareil récepteur, tout en restant inférieur à cette dernière.

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de sélection du chemin optimal en déterminant parmi tous les chemins celui dont le débit induit est inférieur à la bande passante disponible sur le réseau.

19. Dispositif d'analyse d'au moins une séquence vidéo présente au niveau d'au moins un appareil émetteur dans un réseau de communication comportant également au moins un appareil récepteur, caractérisé en ce que la séquence vidéo étant compressée selon une méthode de codage qui génère un train binaire comportant des informations représentatives de l'activité temporelle des images de la séquence vidéo et des informations représentatives de l'activité spatiale des images de cette séquence vidéo, les informations temporelles et spatiales étant réparties suivant un ou plusieurs niveaux de hiérarchie spatio-temporelle, le dispositif comporte au niveau de l'appareil récepteur :

- des moyens d'obtention d'informations représentatives de l'activité temporelle de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
- des moyens d'analyse des informations temporelles obtenues,
- des moyens de décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire, en fonction du résultat de l'analyse.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens d'analyse des informations temporelles obtenues comprennent plus particulièrement :

- des moyens de détermination d'un indice d'activité temporelle de la séquence vidéo à partir des informations obtenues,

- des moyens de comparaison de l'indice déterminé à un premier indice seuil prédéterminé.

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de comparaison de l'indice déterminé à un second indice seuil
5 prédéterminé.

22. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 21, caractérisé en ce que la méthode de codage est une méthode de codage hybride fondée sur le codage de blocs de données d'une image et qui génère un train binaire de données vidéo suivant plusieurs niveaux hiérarchiques spatio-temporels.

10 23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce que le premier niveau hiérarchique comprend des données d'en-tête et des vecteurs de mouvement des blocs des images de la séquence vidéo.

24. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce que les informations représentatives de l'activité temporelle sont les vecteurs de
15 mouvement.

25. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 24, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens d'obtention d'informations représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo présente au niveau de l'appareil émetteur,
20 - des moyens d'analyse des informations spatiales obtenues,
- des moyens de décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations supplémentaires représentatives de l'activité spatiale de la séquence vidéo est nécessaire, en fonction du résultat de l'analyse.

25 26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que les moyens d'analyse des informations spatiales obtenues comprennent plus particulièrement :

- des moyens de détermination d'un indice d'activité spatiale de la séquence vidéo à partir des informations spatiales obtenues,
30 - des moyens de comparaison de l'indice déterminé à un indice seuil prédéterminé.

27. Dispositif selon lune des revendications 19 à 26, caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre des moyens de décision quant à savoir si la génération d'une requête destinée à l'appareil émetteur en vue d'obtenir des informations temporelles supplémentaires est nécessaire en fonction du résultat de
5 l'analyse effectuée sur les informations temporelles et/ou spatiales obtenues.

28. Dispositif selon l'une des revendications 25 à 27, caractérisé en ce que les moyens de décision tiennent compte de la capacité de calcul de l'appareil récepteur.

29. Dispositif selon l'une des revendications 25 à 27, caractérisé en ce
10 que les moyens de décision tiennent compte de la bande passante disponible sur le réseau.

30. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 29, caractérisé en ce que, lorsque des informations temporelles et spatiales ont été obtenues de plusieurs appareils émetteurs et qu'une décision visant à obtenir d'au moins un
15 d'entre eux des informations temporelles et/ou spatiales supplémentaires a été jugée nécessaire, le dispositif comporte des moyens de classification de chaque appareil émetteur par rapport aux autres appareils émetteurs, en fonction des informations temporelles et des informations spatiales obtenues de cet appareil.

31. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que
20 l'ensemble des appareils émetteurs sont représentés dans deux treillis de type Vitterbi, l'un dédié à l'activité temporelle et l'autre à l'activité spatiale, et dans chacun desquels chaque appareil est représenté en abscisse et, selon le treillis concerné, chaque niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle obtenue et/ou à obtenir est représenté en ordonnée.

25 32. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce qu'il comporte, pour chaque treillis, des moyens de détermination d'un chemin optimal entre les appareils en ne tenant compte, pour chacun d'entre eux, que du niveau de hiérarchie spatiale ou temporelle le plus élevé.

30 33. Dispositif selon la revendication 32, caractérisé en ce qu'il comporte, pour chaque treillis, des moyens de détermination d'un ou de plusieurs chemins alternatifs entre les appareils émetteurs et qui prévoient d'effectuer, pour un treillis

donné, les opérations suivantes qui sont réitérées pour déterminer plusieurs chemins alternatifs :

- parcours du treillis considéré,
- suppression, selon le treillis considéré, du niveau de hiérarchie

5 spatiale ou temporelle obtenu et/ou à obtenir le plus élevé pour l'appareil émetteur ayant, selon le cas, l'activité spatiale ou l'activité temporelle la plus faible et disposant d'au moins deux niveaux d'informations hiérarchiques, conduisant ainsi à la détermination d'un chemin alternatif auquel l'appareil précité contribue pour un niveau de hiérarchie spatiale et/ou temporelle réduit.

10 34. Dispositif selon la revendication 33, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'association d'un coût de décodage à chaque chemin alternatif déterminé, le coût de décodage associé à un chemin correspondant à l'estimation des calculs nécessaires pour effectuer le décodage d'informations spatiales et/ou temporelles codées provenant des différents appareils émetteurs placés sur le

15 chemin.

35. Dispositif selon la revendication 34, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de sélection du chemin optimal en déterminant parmi tous les chemins celui dont le coût de décodage est le plus proche de la capacité de calcul de l'appareil récepteur, tout en restant inférieur à cette dernière.

20 36. Dispositif selon la revendication 34 ou 35, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de sélection du chemin optimal en déterminant parmi tous les chemins celui dont le débit induit est inférieur à la bande passante disponible sur le réseau.

37. Appareil récepteur de communication, caractérisé en ce qu'il

25 comporte un dispositif d'analyse selon l'une des revendications 19 à 36.

38. Moyen de stockage d'informations lisible par un ordinateur ou un microprocesseur comportant des instructions de code d'un programme d'ordinateur pour l'exécution des étapes du procédé d'analyse selon l'une des revendications 1 à 18.

30 39. Moyen de stockage d'informations amovible, partiellement ou totalement lisible par un ordinateur ou un microprocesseur comportant des

instructions de code d'un programme d'ordinateur pour l'exécution des étapes du procédé d'analyse selon l'une des revendications 1 à 18.

- 5 40. Programme d'ordinateur chargeable dans un appareil programmable, caractérisé en ce qu'il comporte des séquences d'instructions ou des portions de code logiciel pour mettre en œuvre les étapes du procédé d'analyse selon l'une des revendications 1 à 18, lorsque ce programme d'ordinateur est chargé et exécuté par l'appareil programmable.

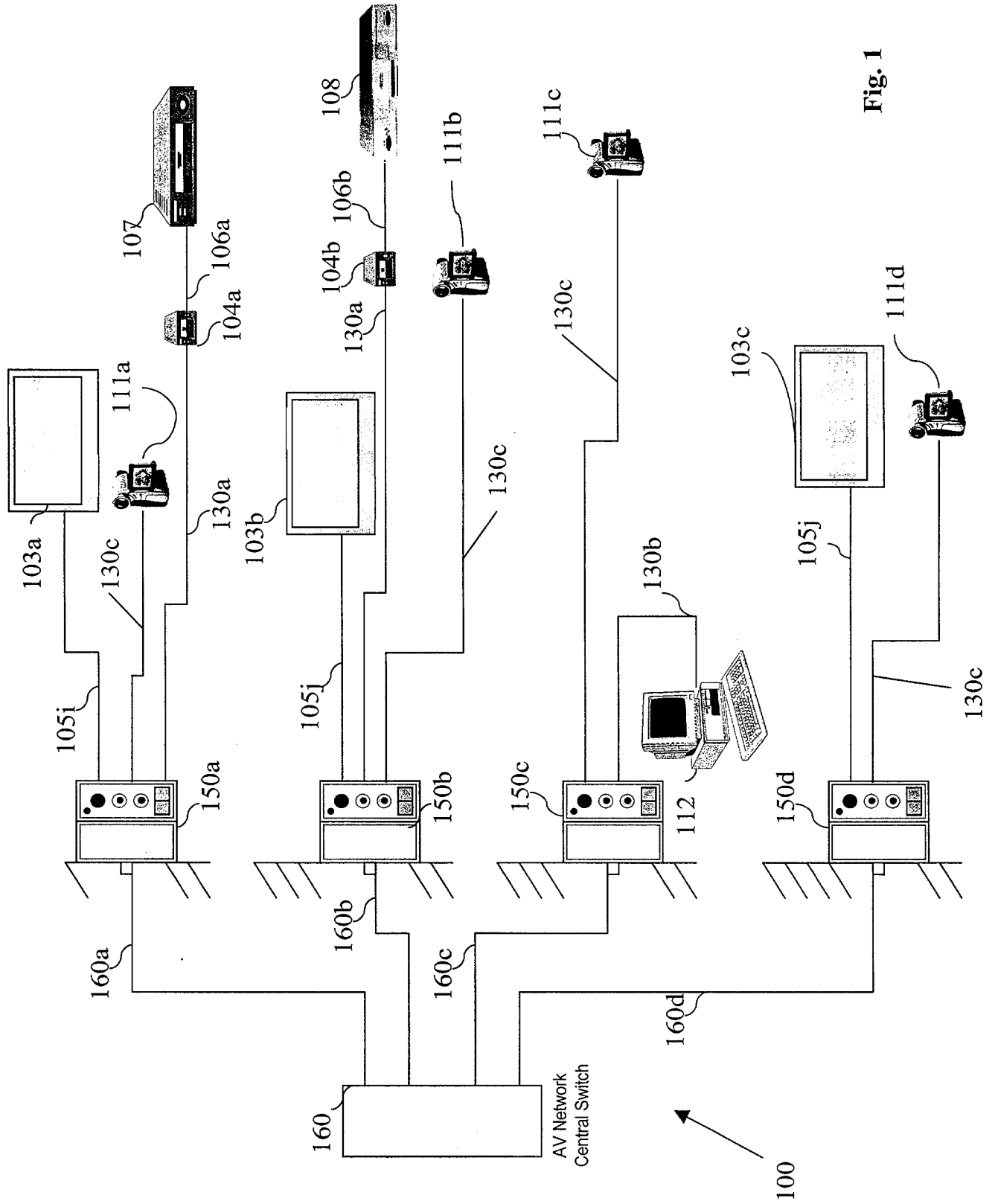


Fig. 1

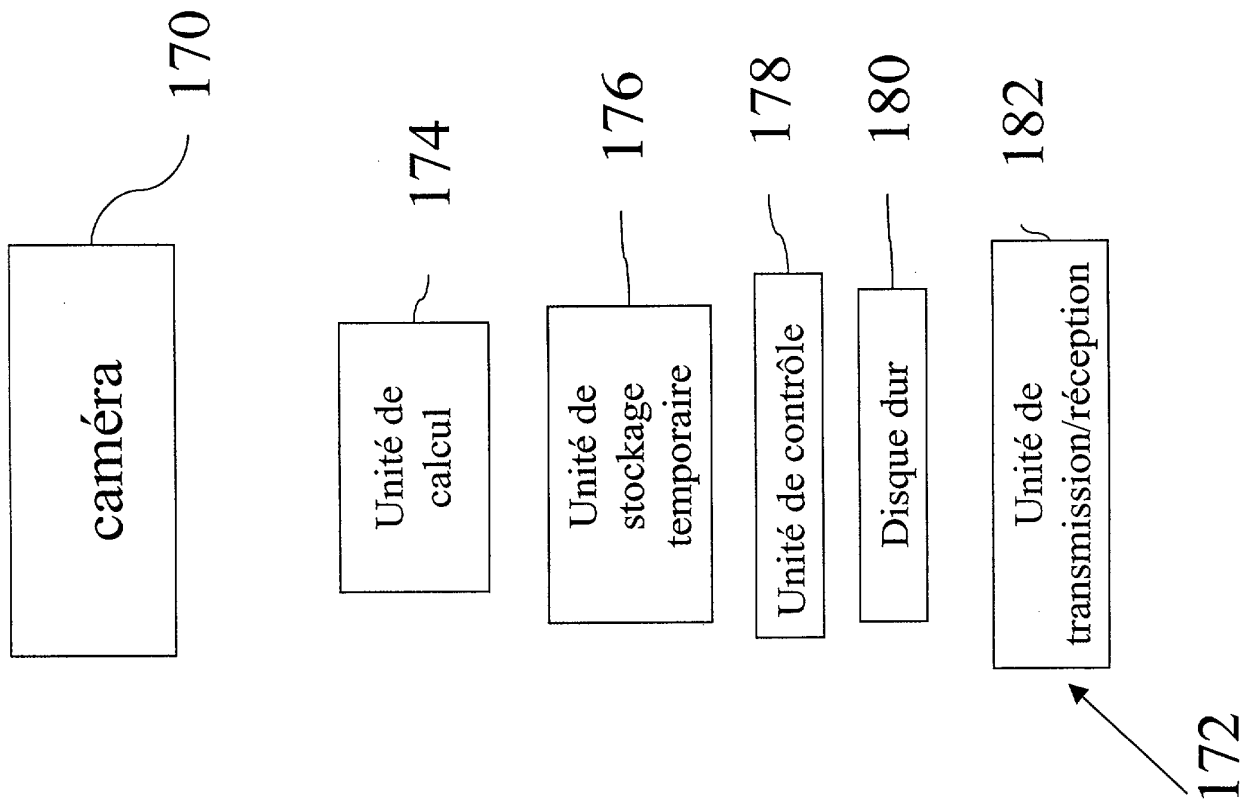


Fig. 2a

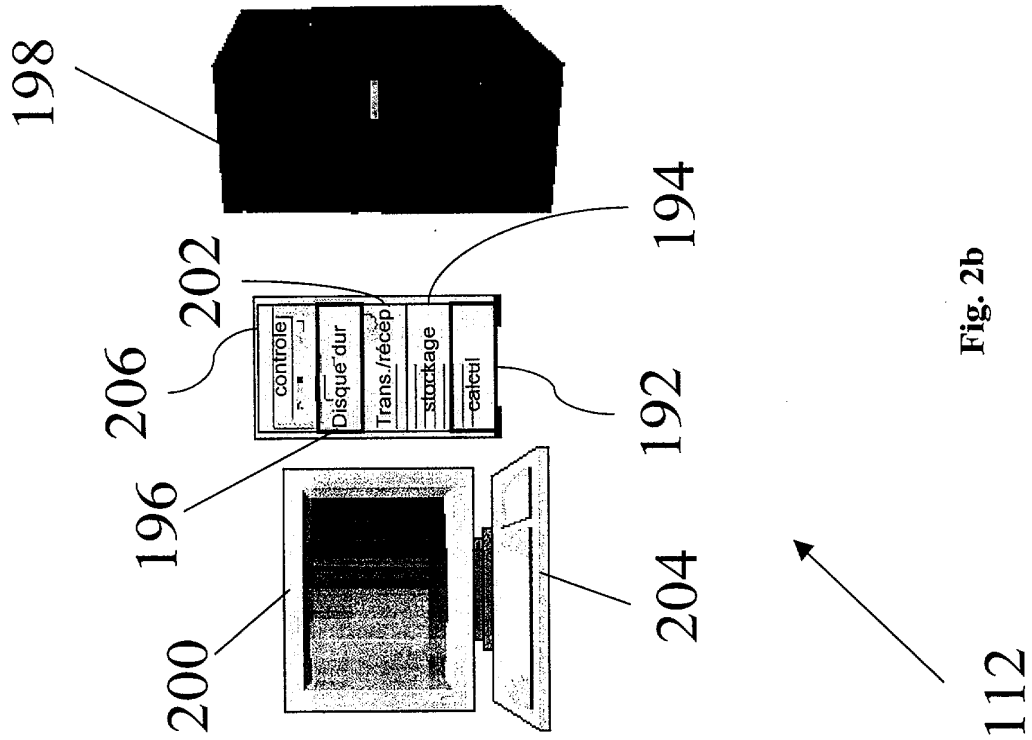


Fig. 2b

3/16

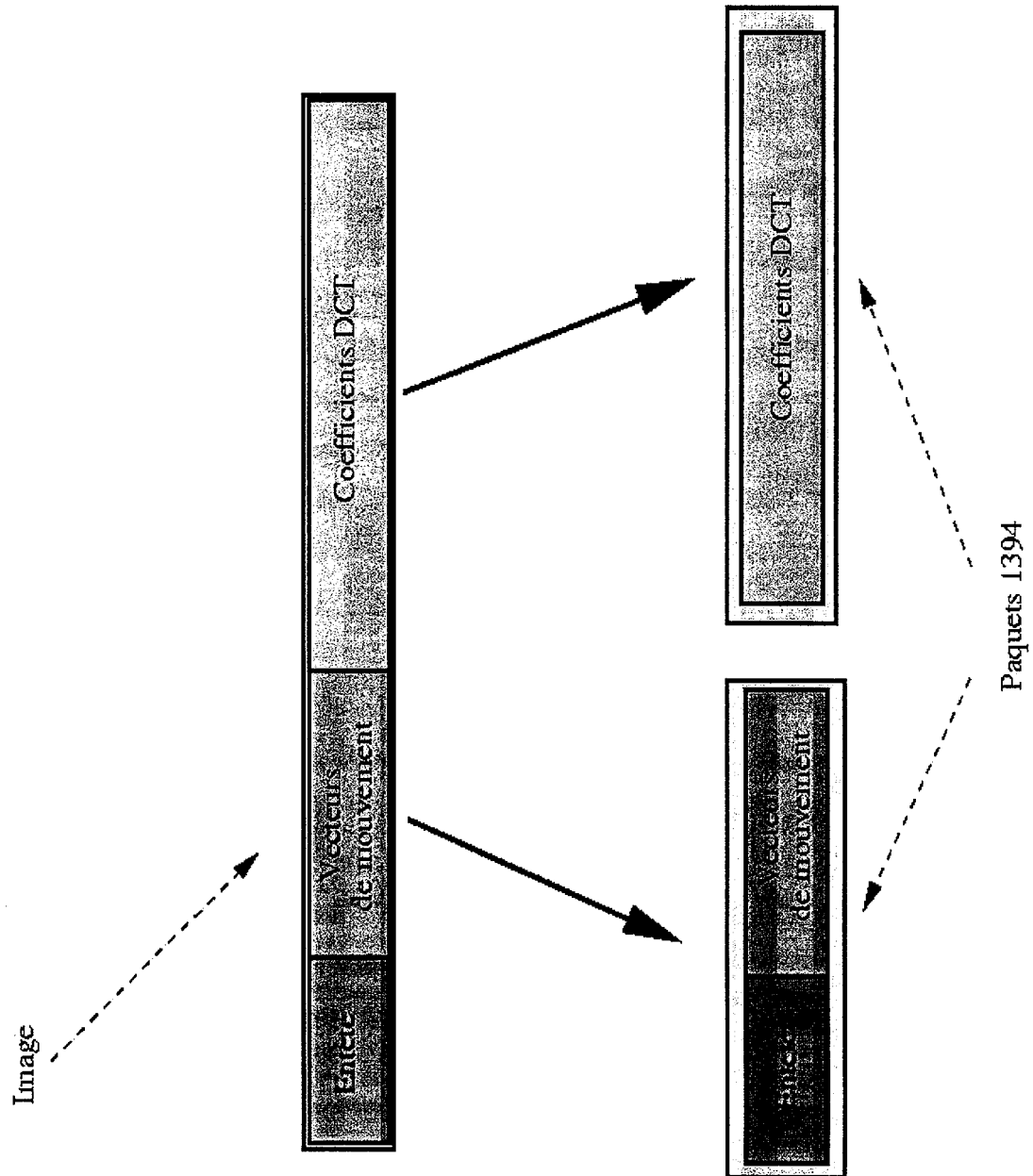


Fig. 3a

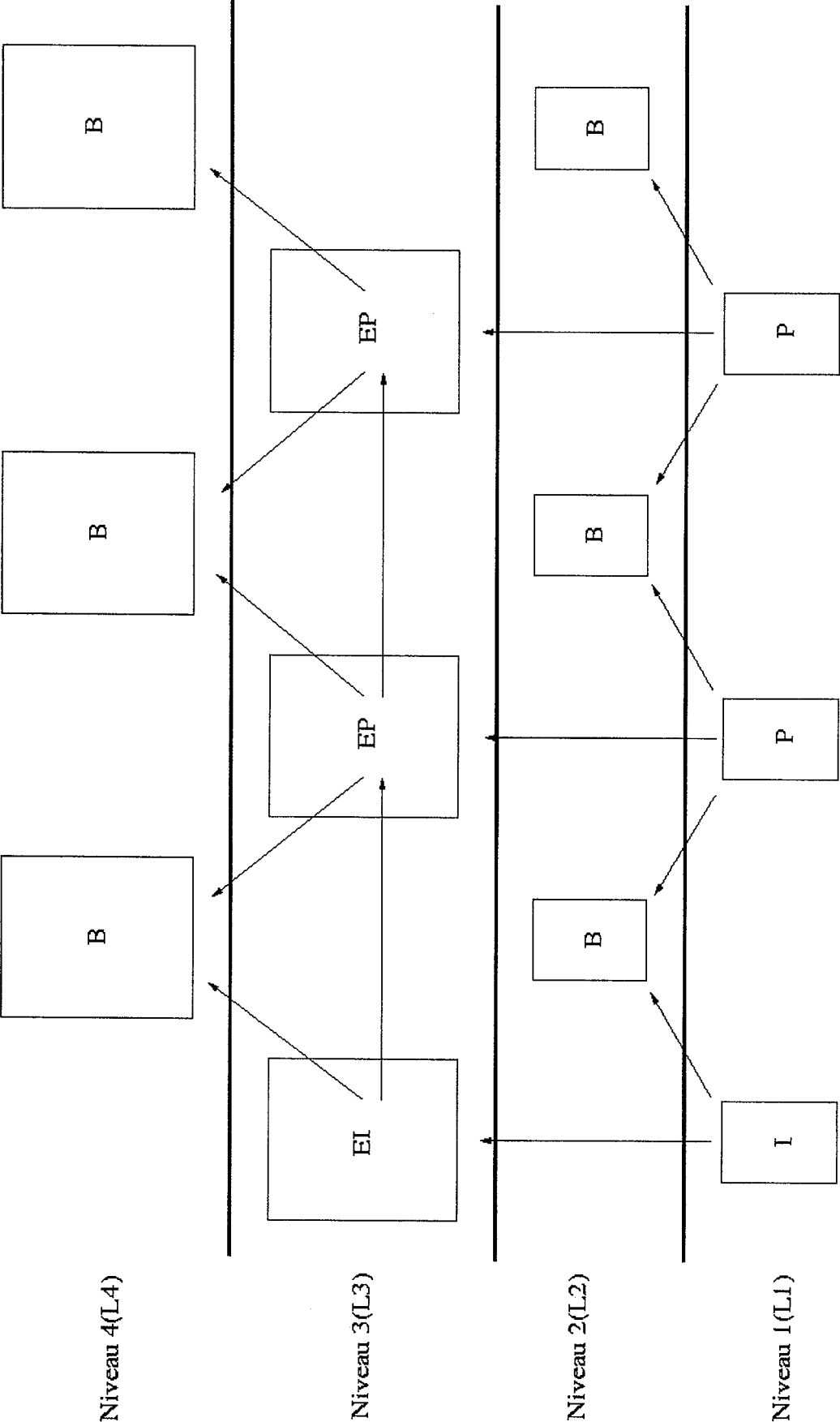


Fig. 3b

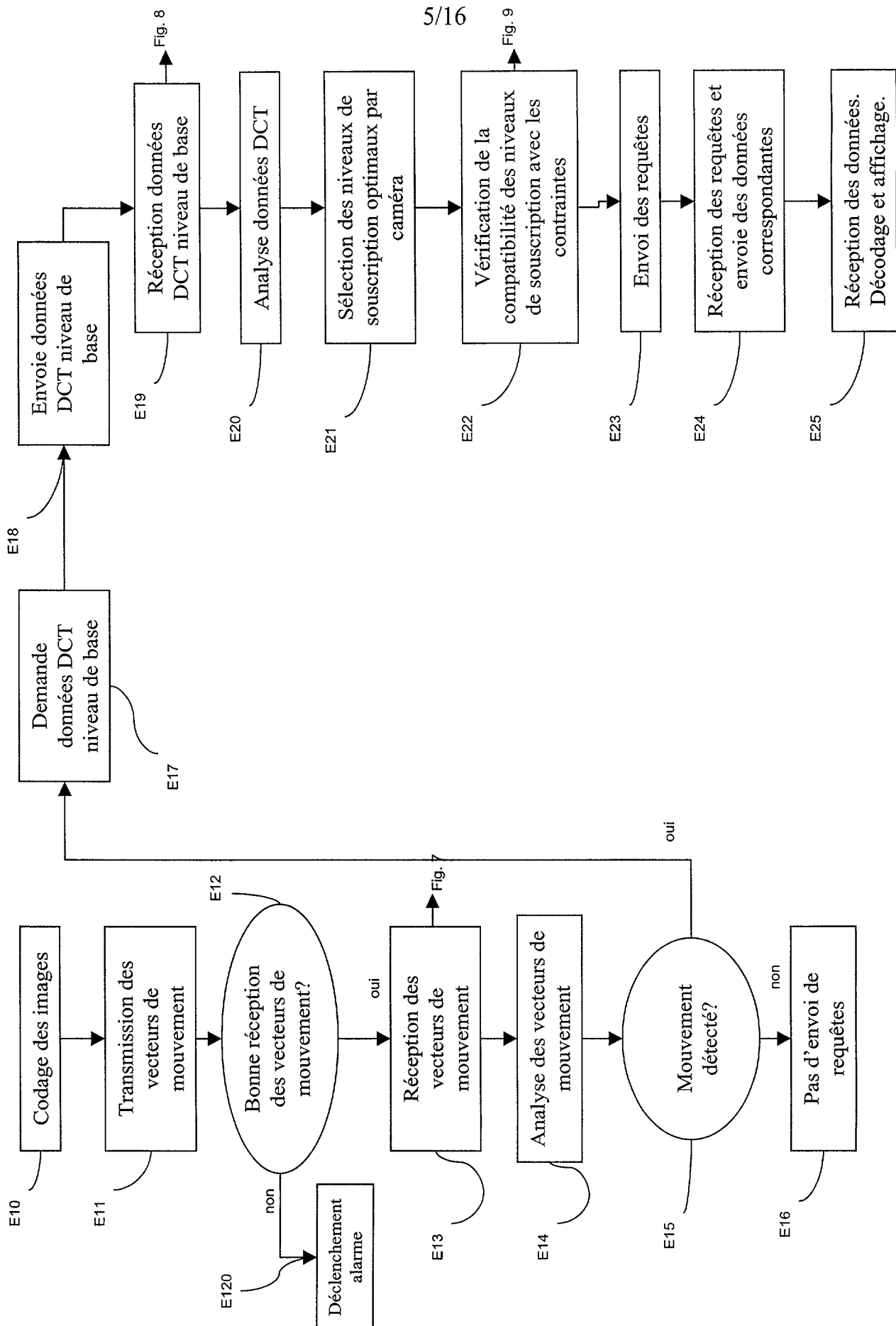


Fig. 4

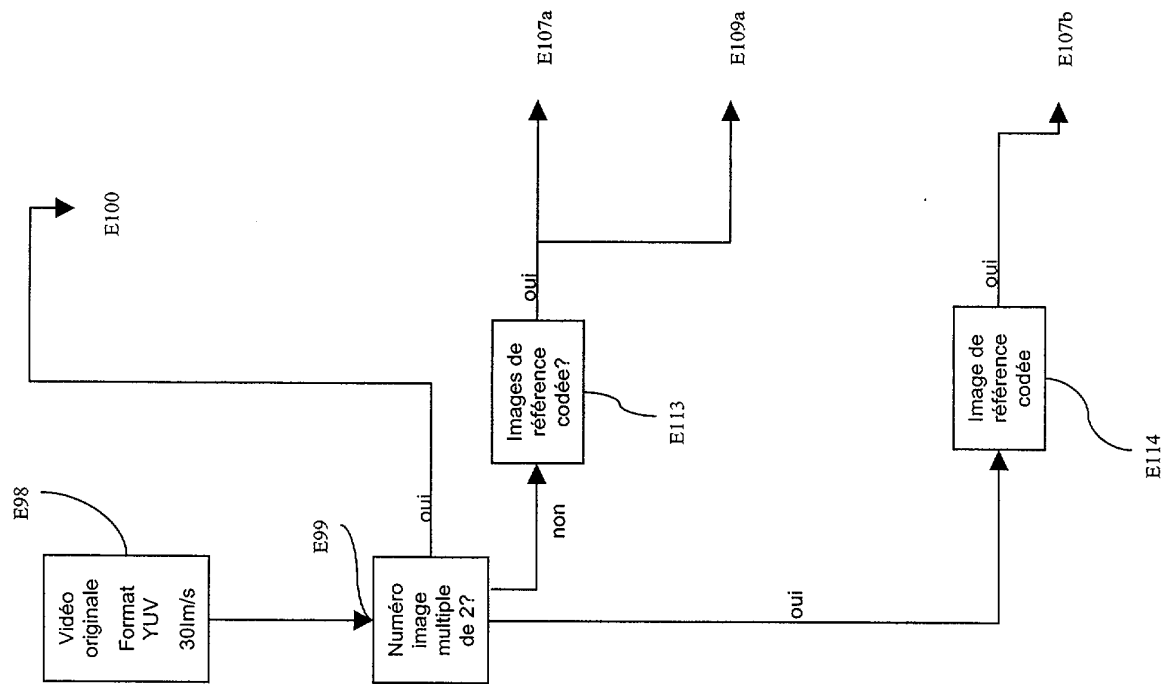


Fig. 5a1

7/16

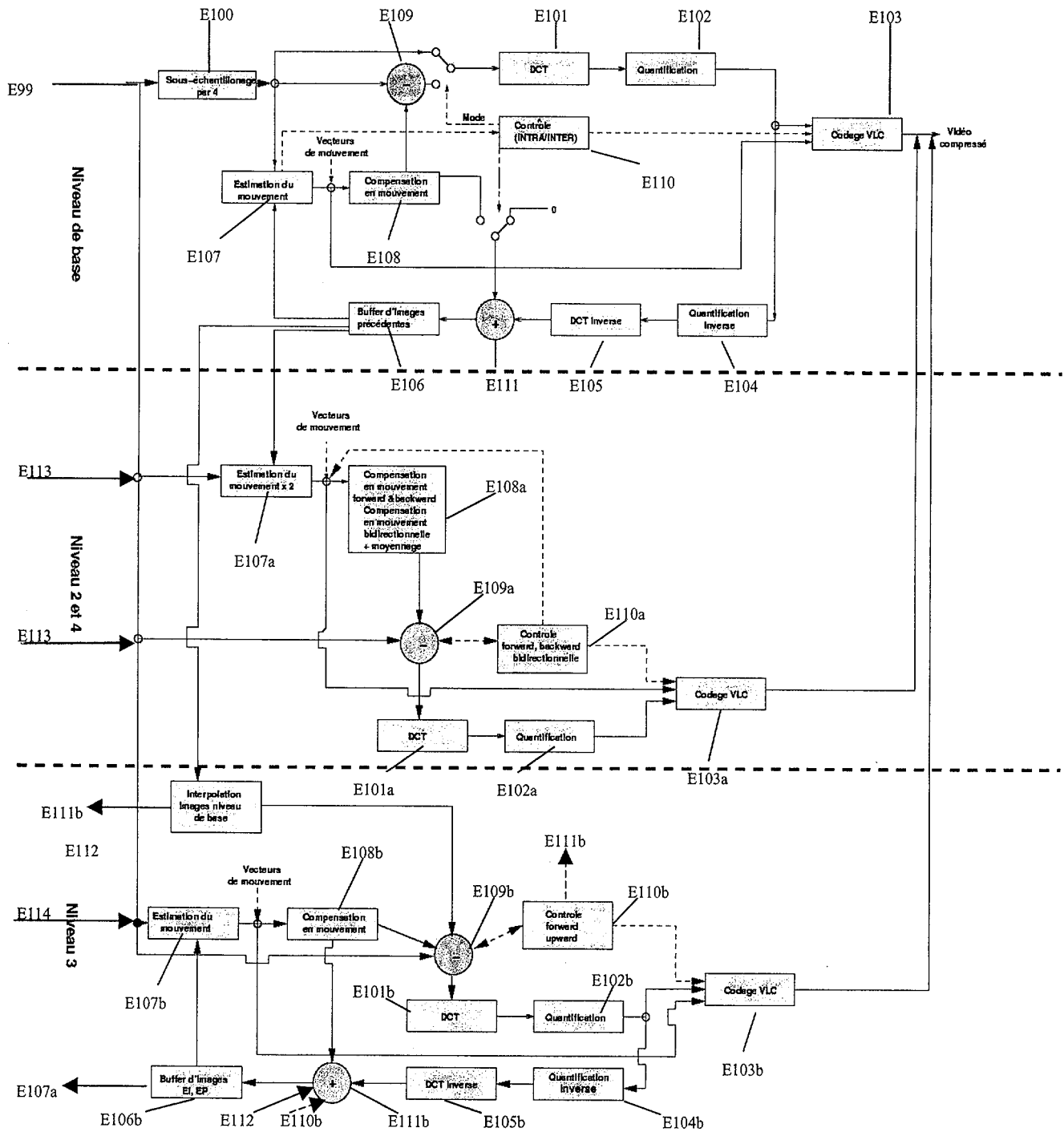


Fig. 5a2

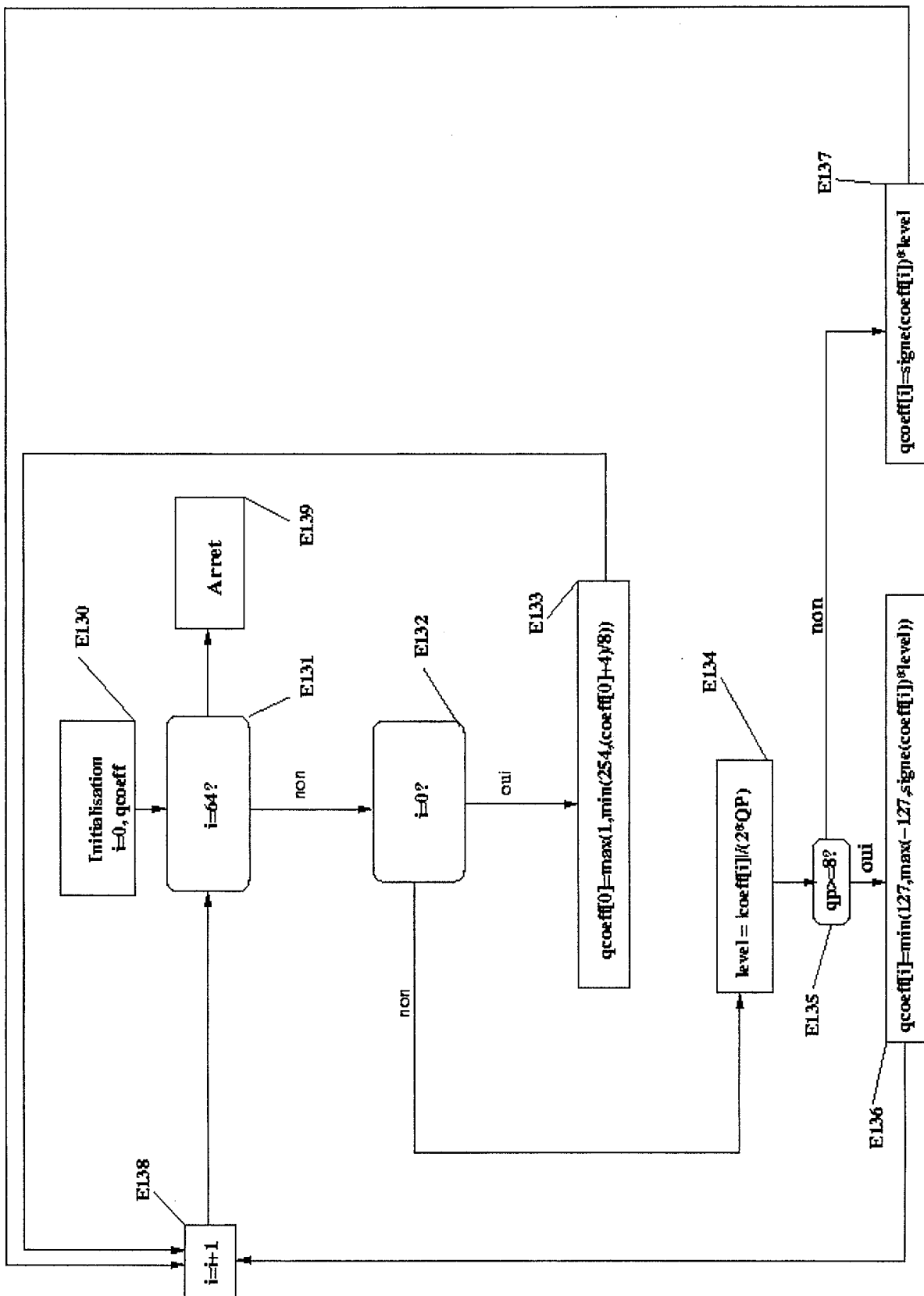


Fig. 5b

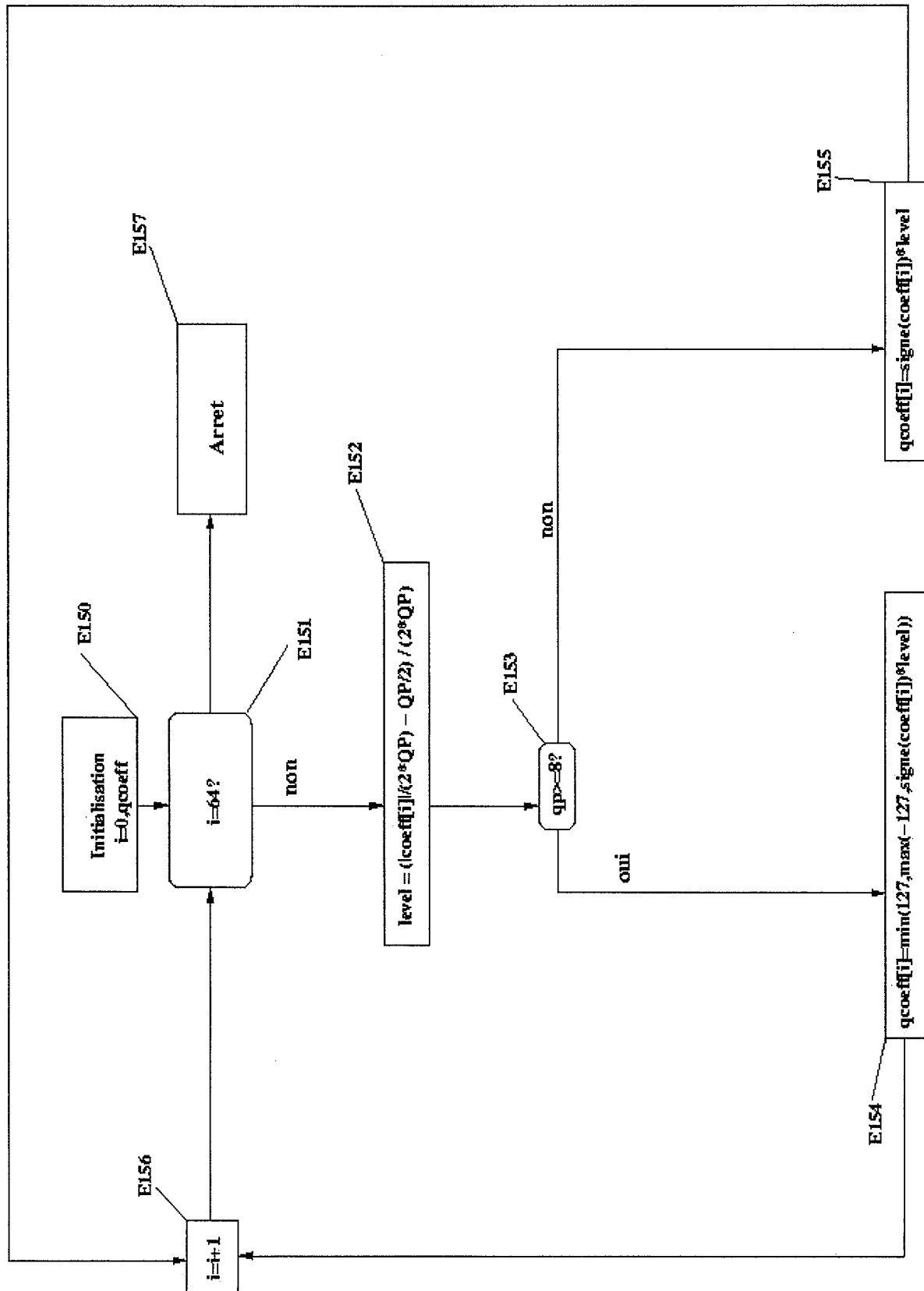


Fig. 5c

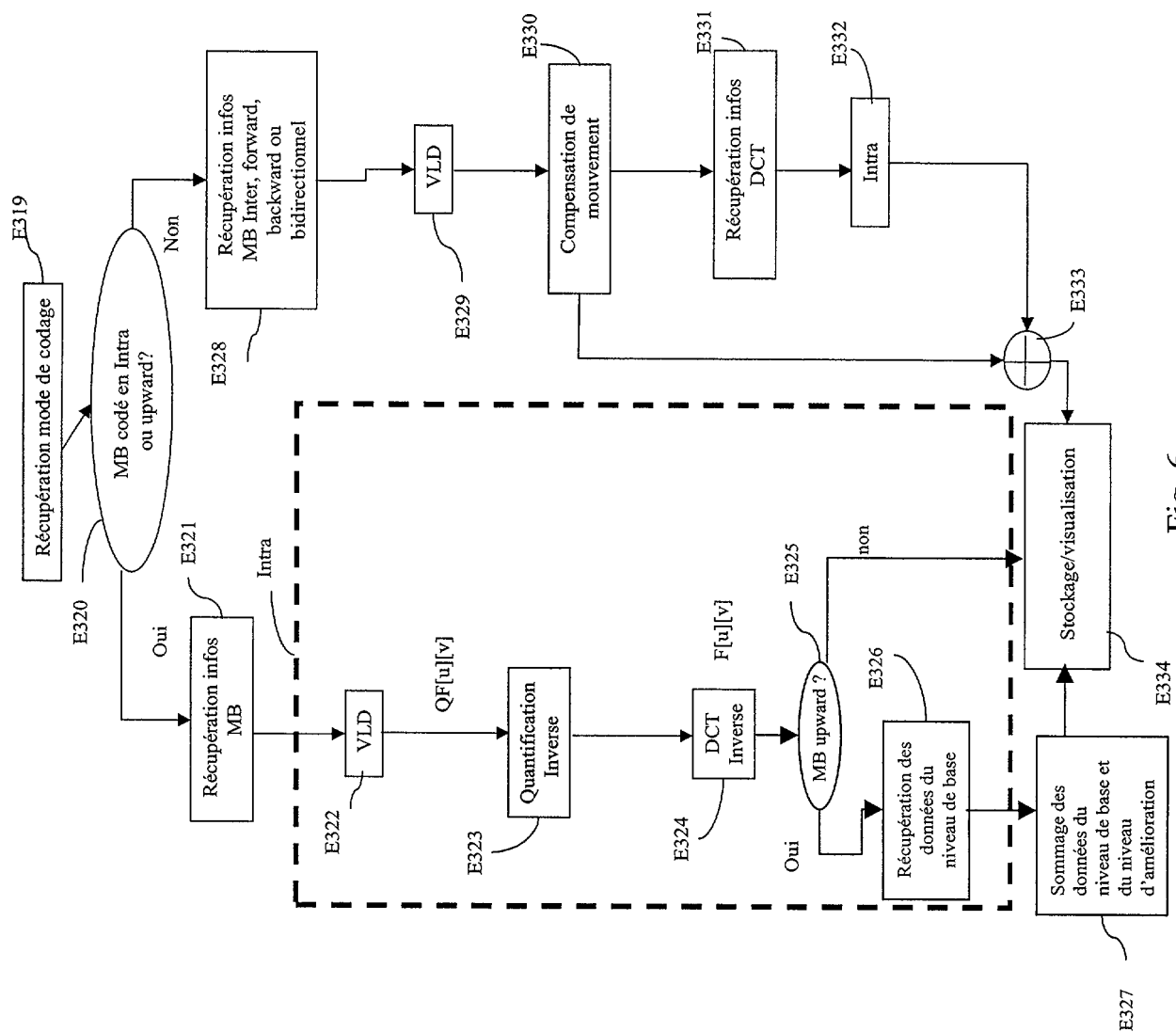


Fig. 6

11/16

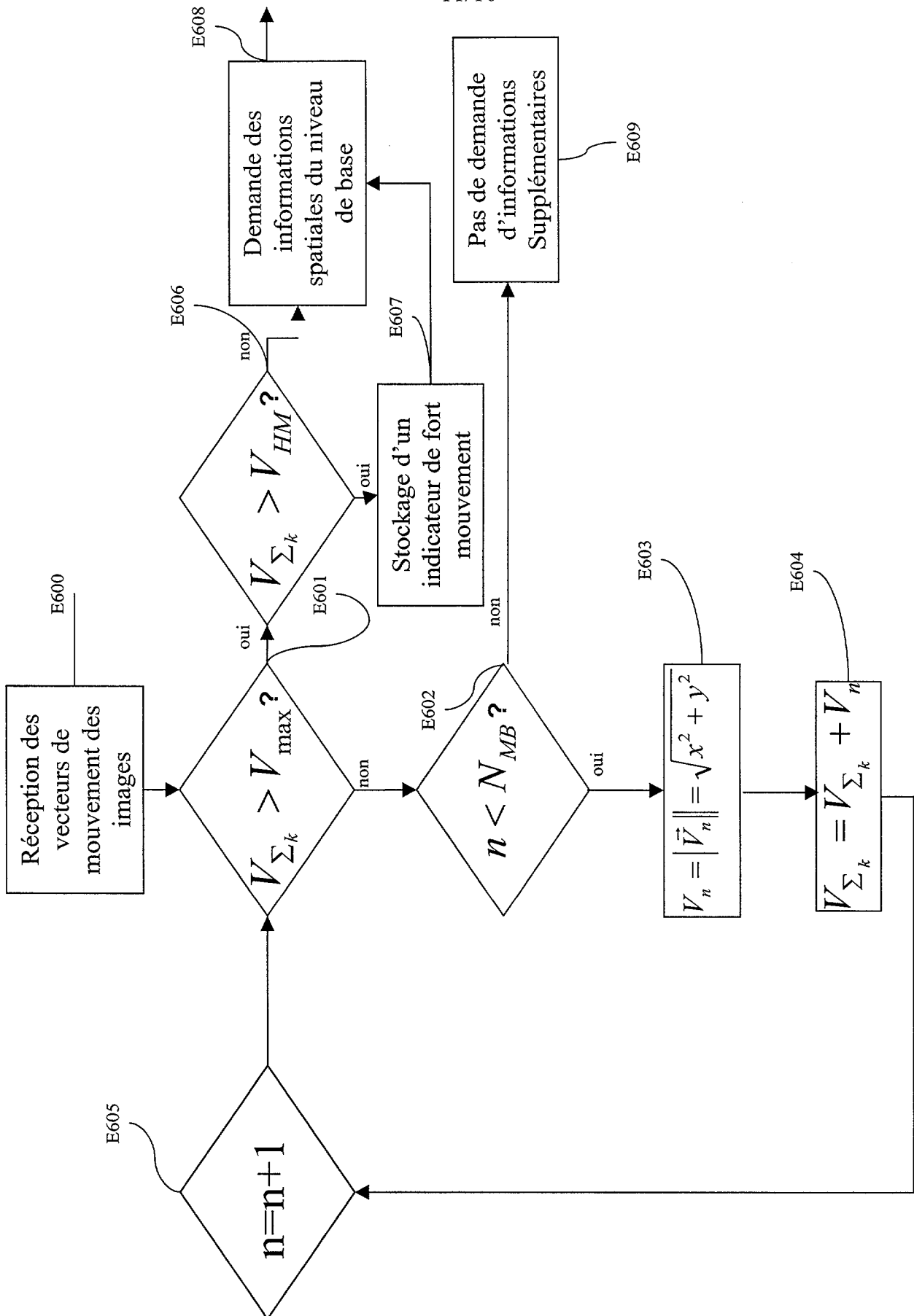


Fig. 7

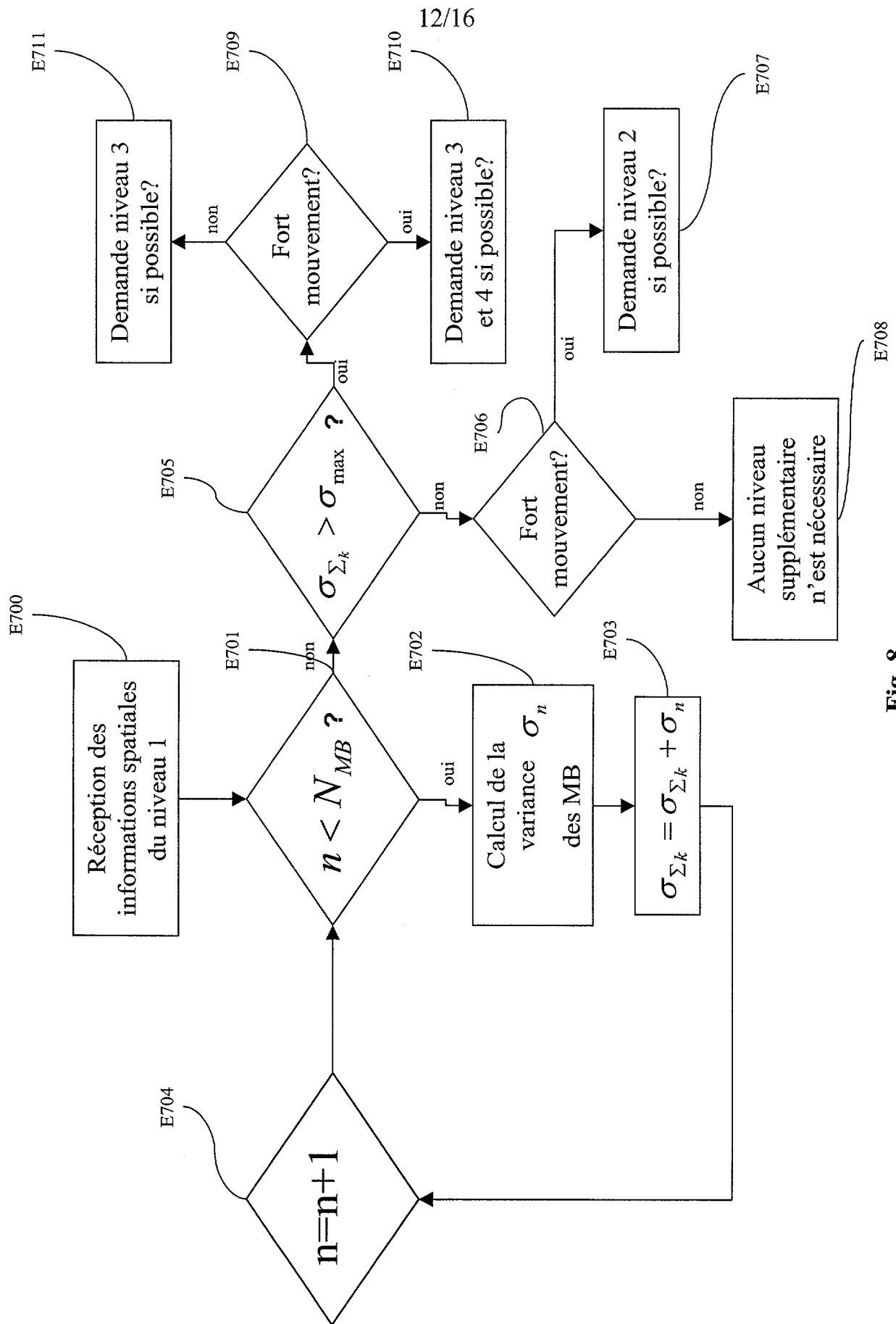


Fig. 8

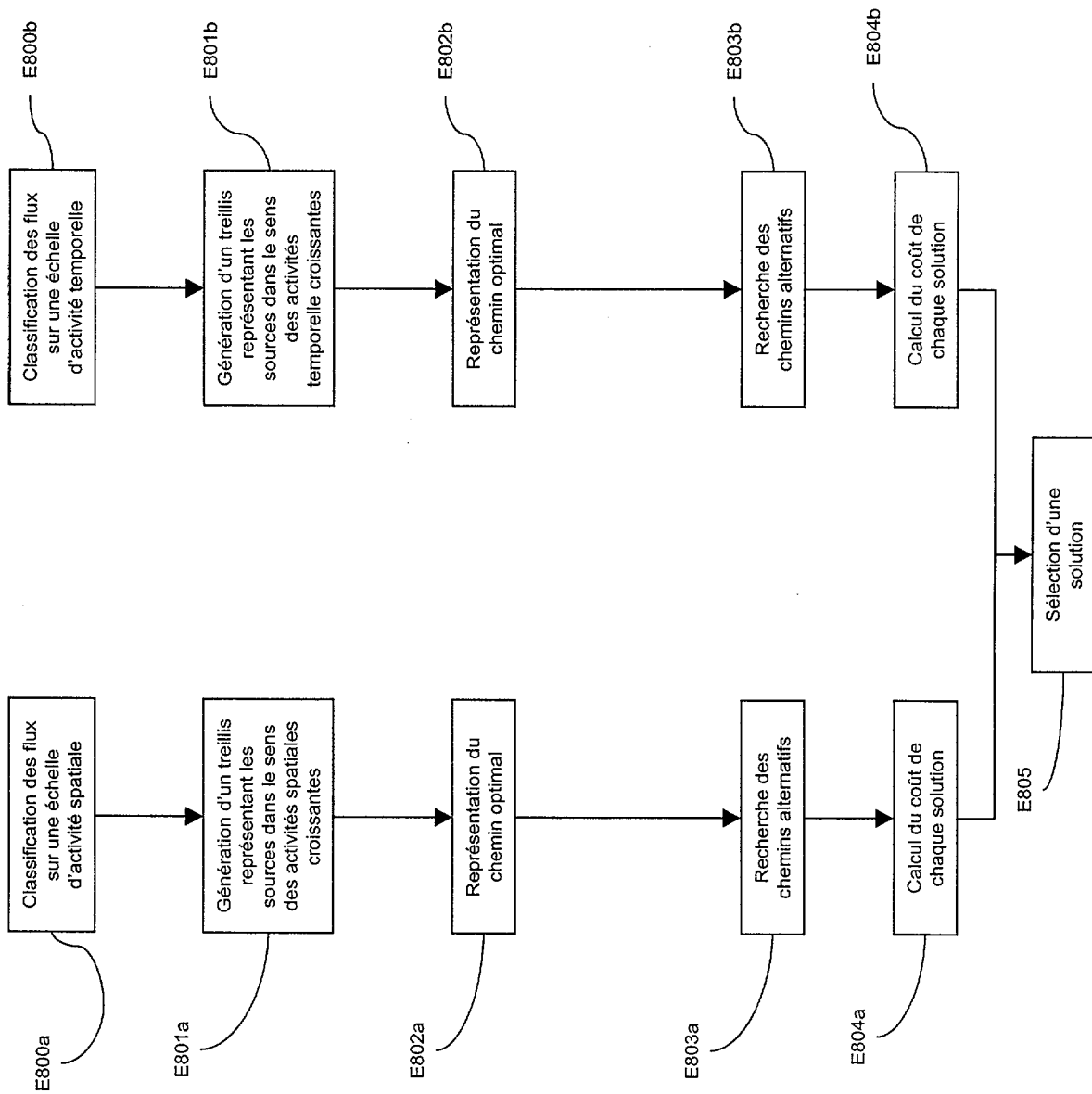


Fig. 9

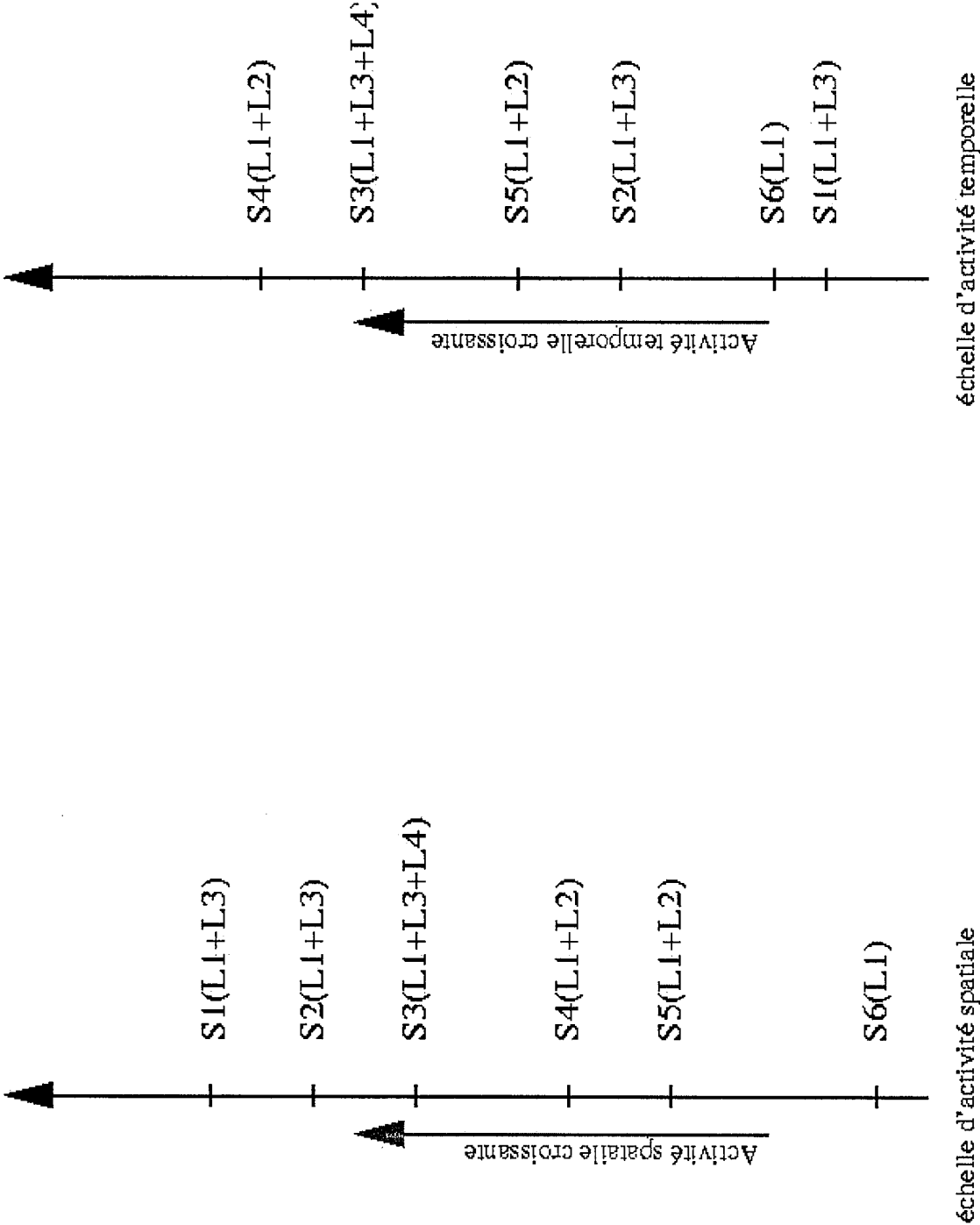


Fig. 10

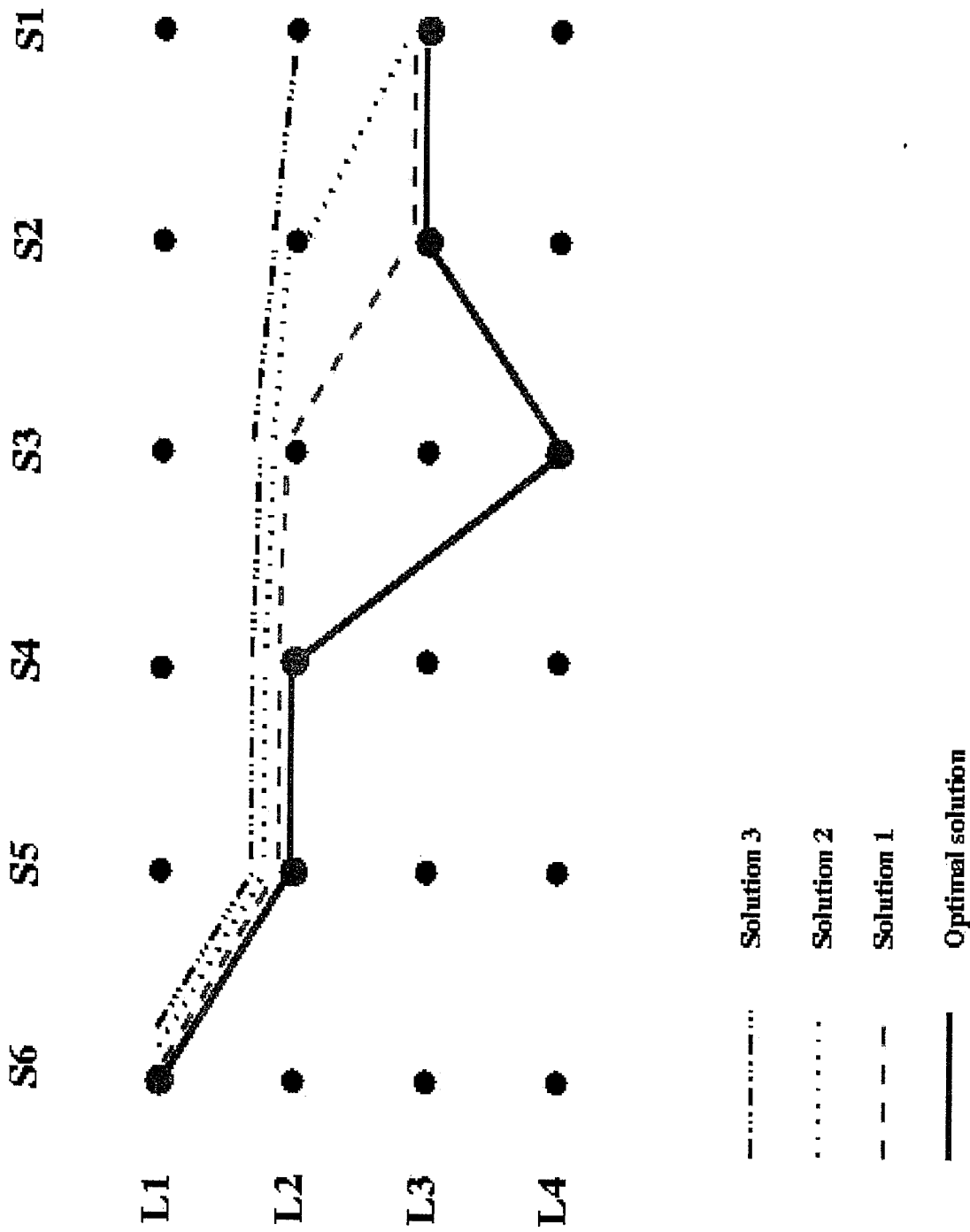


Fig. 11

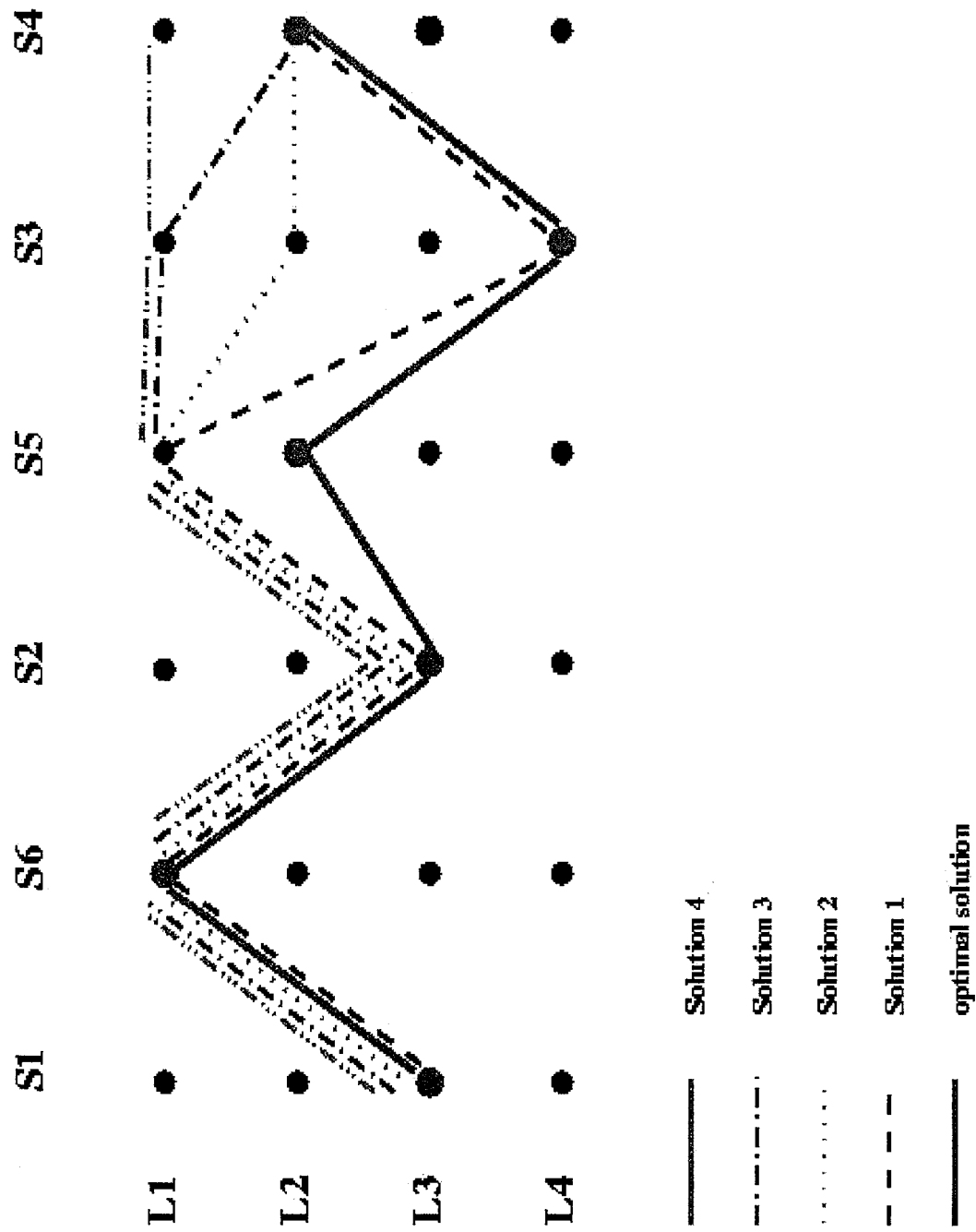


Fig. 12



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 631073
FR 0301847

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 09, 13 octobre 2000 (2000-10-13) & JP 2000 175198 A (TOSHIBA CORP), 23 juin 2000 (2000-06-23) * abrégé *	1,9,19, 27	H04N7/18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 03, 3 avril 2002 (2002-04-03) & JP 2001 309337 A (HITACHI LTD), 2 novembre 2001 (2001-11-02) * abrégé *	1,19,38, 39	
A	FR 2 811 186 A (TELEDIFFUSION DE FRANCE TDF) 4 janvier 2002 (2002-01-04) * page 2, ligne 6 - page 3, ligne 14 * * page 5, ligne 17 - page 6, ligne 2; figure 1 * * page 7, ligne 25 - page 8, ligne 15; revendications 1,2 *	1,4,19, 22	
D,A	US 6 456 321 B1 (ITO FUJIO ET AL) 24 septembre 2002 (2002-09-24) * abrégé * * colonne 2, ligne 47 - colonne 3, ligne 16 * * colonne 9, ligne 22 - ligne 48 * * colonne 10, ligne 15 - ligne 41; figure 1 * * colonne 20, ligne 39 - colonne 21, ligne 48; figure 3 *	1,12,19, 30,38-40	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H04N G08B
A	US 6 201 833 B1 (ANDO KAZUTAKA ET AL) 13 mars 2001 (2001-03-13) * colonne 1, ligne 56 - colonne 2, ligne 21 *	1-3, 19-21	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 octobre 2003		Fuchs, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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 & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0301847 FA 631073

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 **29-10-2003**
 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
JP 2000175198 A	23-06-2000	JP 3062166 B2	10-07-2000
JP 2001309337 A	02-11-2001	AUCUN	
FR 2811186 A	04-01-2002	FR 2811186 A1	04-01-2002
		FR 2811187 A1	04-01-2002
US 6456321 B1	24-09-2002	JP 2000059758 A	25-02-2000
		EP 0979009 A2	09-02-2000
US 6201833 B1	13-03-2001	JP 2000059740 A	25-02-2000
		KR 2000017281 A	25-03-2000