

12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

22) Date de dépôt : 13.06.01.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.12.02 Bulletin 02/51.

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 KABUSHIKI KAISHA — JP.**

72) Inventeur(s) : **LE LEANNEC FABRICE et ONNO PATRICE.**

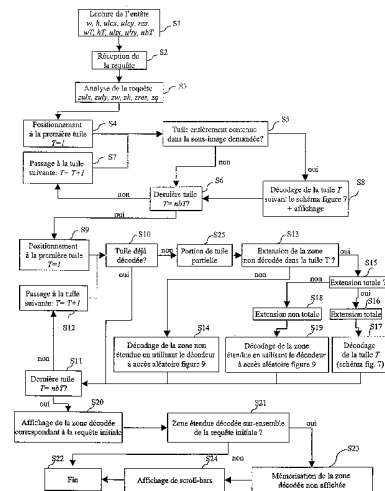
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : **RINUY SANTARELLI.**

54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL NUMERIQUE CODE.**

57) La présente invention concerne un procédé de traitement de signal numérique codé comportant un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce que ledit procédé comporte, après réception (S2) d'une requête d'obtention d'une partie sélectionnée du signal numérique codé, les étapes suivantes :

- localisation (S3) de ladite partie sélectionnée dans le signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
- détermination (S5) des zones dites intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
- décodage (S8) de ces zones intérieures, et
- restitution (S8) de ces zones.



FR 2 826 227 - A1



5

10 La présente invention concerne un procédé de traitement d'un signal numérique codé à partir d'un signal numérique séparé en plusieurs zones, ledit signal numérique codé comportant un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage de ce signal.

15 L'invention s'applique notamment dans le domaine du traitement des images.

Dans le cadre de la partie 1 intitulée "JPEG2000 Image Coding System" de la norme JPEG2000, la structure des données internes est telle qu'un utilisateur peut avoir accès à une partie d'une image codée, appelée
20 sous-image, sans avoir à décoder la totalité de l'image.

Ceci est avantageux dans la mesure où l'utilisateur obtient la sous-image qu'il désire plus rapidement que s'il devait effectuer le décodage de l'image entière.

On connaît une méthode qui prévoit un traitement préalable pour
25 réaliser la fonction précédente. On utilise un format image dénommé "flashpix" qui contient une série d'images conformes à la norme JPEG et de taille fixe 64x64. Pour obtenir une partie de l'image ou sous image dans le format flashpix, la méthode consiste à décoder les différentes petites images de taille 64x64 pour obtenir la sous image.

30 Le décodage d'une sous-image est rendu possible en raison de la structure des données ou échantillons constituant l'image codée et qui sont

organisés en blocs, chaque bloc constituant une unité de base pour le codage de l'image.

De ce fait, il est possible d'accéder plus rapidement à la sous-image sélectionnée par l'utilisateur en n'extrayant et en ne décodant que les blocs de base correspondants à cette sous-image.

Pour ce faire, on projette d'abord la sous-image dans les différentes sous-bandes de fréquence qui sont obtenues par décomposition de l'image en sous-bandes de fréquence suivant un ou plusieurs niveaux de décomposition. On identifie ensuite, dans les différentes sous-bandes, les blocs de base dans lesquels se retrouve la sous-image et on procède à leur décodage afin de reconstruire la sous-image.

Plus précisément, dans la partie 1 de la norme JPEG 2000 mentionnée ci-dessus, il est prévu que l'image soit séparée en plusieurs zones, appelées tuiles, qui subissent chacune une décomposition en sous-bandes de fréquence qui est indépendante d'une tuile à l'autre.

Ces tuiles sont constituées chacune d'une pluralité de blocs dans les différentes sous-bandes.

Le traitement d'une image s'effectue donc tuile par tuile et, à l'intérieure de chaque tuile, bloc par bloc.

Comme expliqué ci-dessus, suite à une requête d'un utilisateur pour obtenir l'affichage d'une sous-image sélectionnée dans une image codée, le fait de n'avoir à décoder que les blocs de base correspondants à cette sous-image permet d'afficher la sous-image rapidement.

Toutefois, lorsque l'image est séparée en zones ou tuiles, le traitement effectué tuile par tuile, puis bloc par bloc à l'intérieur d'une tuile considérée peut prendre un peu plus de temps que si l'on n'avait affaire qu'à des blocs.

La demanderesse s'est aperçue qu'il serait intéressant de pouvoir accroître davantage la rapidité de réponse à la requête d'un utilisateur visant à obtenir l'affichage de la sous-image qu'il a sélectionnée.

La Demanderesse a constaté que ce problème pouvait être généralisé au cas d'un signal numérique codé qui n'est pas nécessairement une image codée.

Un tel signal numérique peut par exemple être un signal sonore dont
5 une partie sera restituée en fonction d'une requête d'un utilisateur.

La présente invention a ainsi pour objet un procédé de traitement d'un signal numérique codé à partir d'un signal numérique séparé en plusieurs zones, ledit signal numérique codé comportant un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal, ainsi que de
10 paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce que ledit procédé comporte, après réception d'une requête d'obtention d'une partie sélectionnée du signal numérique codé, les étapes suivantes :

- localisation de ladite partie sélectionnée dans le signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
- 15 - détermination des zones dites intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
- décodage de ces zones intérieures, et
- restitution de ces zones.

20 Corrélativement, l'invention vise un dispositif de traitement d'un signal numérique codé comportant un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte :

- des moyens de réception d'une requête d'obtention d'une partie
25 sélectionnée du signal numérique codé,
- des moyens de localisation de ladite partie sélectionnée dans le signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
- des moyens de détermination des zones dites intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal numérique à partir
30 de l'ensemble d'informations,
- des moyens de décodage de ces zones intérieures, et
- des moyens de restitution de ces zones.

Ainsi, la présente invention permet de répondre rapidement à la requête d'un utilisateur en s'intéressant dans un premier temps aux zones intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal et en restituant uniquement ces zones.

5 Avantageusement, la restitution de ces zones est rapide car elle ne nécessite pas de traitement spécifique excepté leur décodage.

Ceci permet d'éviter à l'utilisateur d'avoir à attendre que l'intégralité de sa requête soit traitée.

10 Plus particulièrement, le signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal représentatives d'informations spatiales, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage et, d'autre part, les zones codées dudit signal, l'étape de détermination s'applique aux zones représentatives d'informations spatiales et l'étape de décodage s'applique aux zones codées
15 dudit signal.

Selon une caractéristique, le procédé comporte une étape de détermination des zones du signal dites partielles qui sont partiellement contenues dans la partie sélectionnée dudit signal et de détermination des portions dites intérieures de ces zones qui sont disposées à l'intérieur de ladite
20 partie sélectionnée du signal.

Ainsi, après le traitement des zones dites entières, et leur restitution, on s'intéresse au traitement des zones qui sont partiellement contenues dans la partie sélectionnée du signal.

25 Selon une autre caractéristique, le procédé comporte une étape de décision, en fonction d'au moins un critère prédéterminé, quant à une augmentation de la taille de chaque portion intérieure de zone partielle à prendre en compte en vue d'une éventuelle restitution ultérieure.

Une telle augmentation de taille est appelée extension spatiale préliminaire.

30 On prend par exemple comme critère prédéterminé la capacité mémoire dont dispose l'utilisateur ou la rapidité avec laquelle l'utilisateur souhaite obtenir une réponse ou bien le coût éventuel de transmission de

données supplémentaires, ou bien encore la puissance de calcul de l'équipement de l'utilisateur.

5 Selon encore une autre caractéristique, en cas de décision d'extension spatiale préliminaire conduisant à une portion dite spatialement étendue, ledit procédé comporte une étape de décision, selon au moins un critère prédéterminé, quant à l'amplitude de l'extension spatiale préliminaire de la portion intérieure de zone partielle à prendre en compte en vue d'une éventuelle restitution ultérieure.

10 Par exemple, le critère prédéterminé peut là encore correspondre à la capacité mémoire dont dispose l'utilisateur et, si celle-ci s'avère suffisante, il peut être décidé d'étendre spatialement la portion intérieure de zone partielle, de manière à prendre en compte la totalité de cette zone partielle.

15 Si, au contraire, la capacité mémoire n'est pas suffisante, alors la portion spatialement étendue ne représentera qu'une fraction de la zone partielle.

Selon une caractéristique, le signal numérique codé comportant un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques, ledit procédé comporte les étapes suivantes :

20 - obtention d'un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans chaque portion spatialement étendue de zone partielle,

- décision quant à une modification de la taille de la portion spatialement étendue considérée en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

25 Une portion spatialement étendue d'une zone partielle peut donc elle-même être soumise à une modification de sa taille dans le but de restituer une portion étendue de qualité acceptable pour l'utilisateur.

30 Ainsi, par exemple, en vue d'obtenir une qualité de restitution de signal d'image acceptable, le procédé comporte une étape d'augmentation de la taille de la portion spatialement étendue.

On aboutit alors à une portion spatialement étendue et prolongée.

Si, par contre, la qualité de la portion spatialement étendue est déjà

acceptable en soi on conserve la taille de cette portion.

Selon une caractéristique, le procédé selon l'invention comporte une étape de décodage des portions spatialement étendues à la taille modifiée ou non.

5 Selon une autre caractéristique, le procédé selon l'invention comporte une étape de mémorisation des portions spatialement étendues à la taille modifiée ou non et décodées.

Ainsi, on ne mémorise que les portions spatialement étendues qui vont être prises en compte pour une éventuelle restitution ultérieure.

10 Selon une caractéristique, le procédé selon l'invention comporte une 3étape de restitution des portions intérieures des zones partielles adjacentes aux zones intérieures déjà restituées.

Avec cette restitution, on répond à l'intégralité de la requête formulée par l'utilisateur sur la partie sélectionnée du signal numérique codé.

15 Lorsqu'il a été décidé d'étendre spatialement les portions intérieures des zones partielles, les portions spatialement étendues ont été mémorisées comme énoncé ci-dessus, et le procédé selon l'invention comporte en outre une étape de fourniture d'au moins un mécanisme interactif. Ce mécanisme interactif permet, lorsqu'il est activé, de restituer tout ou partie des portions
20 spatialement étendues.

Ainsi, le procédé selon l'invention permet de répondre à l'intégralité de la requête de l'utilisateur en restituant les zones intérieures et les portions intérieures des zones partielles qui leur sont adjacentes, ainsi qu'en fournissant au moins un mécanisme interactif. Ce mécanisme va permettre, lors de son
25 activation, de restituer des données supplémentaires au voisinage de la partie sélectionnée du signal numérique, ceci sans avoir à formuler une nouvelle requête.

Bien que l'on ait pu procédé à une augmentation de taille des portions spatialement étendues, les données supplémentaires qui pourront être
30 restituées ne concernent qu'une partie ou l'intégralité des portions spatialement étendues.

En effet, dans ce cas, l'augmentation de taille des portions

spatialement étendues a permis d'améliorer la qualité de restitution de ces portions étendues en prenant en compte plus de données que celles contenues dans les seules portions spatialement étendues.

5 On a alors procédé au décodage des portions spatialement étendues et prolongées, sans toutefois les mémoriser.

Ainsi, l'activation de ce mécanisme interactif permet de restituer tout ou partie des portions spatialement étendues à la qualité améliorée.

10 On peut également envisager qu'aucune augmentation de taille n'ait été effectuée sur ces portions spatialement étendues et que seules ces portions spatialement étendues aient été décodées puis mémorisées avant leur éventuelle restitution.

15 Lorsqu'il a été décidé de ne pas étendre spatialement la portion intérieure de zones partielles à prendre en compte en vue d'une éventuelle restitution ultérieure, le signal numérique codé comportant un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques, ledit procédé comporte les étapes suivantes :

20 - obtention d'un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans chaque portion intérieure de zone partielle,

- décision quant à une modification de la taille de la portion intérieure considérée en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

25 Ainsi, même en cas de décision de non extension spatiale préliminaire de la portion intérieure de zones partielles considérées, on peut décider, en vue de restituer une portion intérieure de qualité acceptable pour l'utilisateur, de modifier ou non la taille de cette portion intérieure en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

30 Par exemple, on peut décider d'augmenter la taille de la portion intérieure de la zone partielle concernée en ajoutant à celle-ci une fraction d'une portion dite extérieure de la zone partielle considérée et qui est disposée à l'extérieur de la partie sélectionnée du signal, conduisant ainsi à une portion intérieure prolongée de zones partielle.

En cas d'obtention de portions intérieures prolongées ou non, on procède à leur décodage et à une restitution des seules portions intérieures.

Selon un autre aspect, l'invention vise aussi:

5 - un moyen de stockage d'informations lisible par un ordinateur ou un microprocesseur conservant des instructions d'un programme d'ordinateur permettant la mise en œuvre du procédé de traitement selon l'invention tel que celui exposé brièvement ci-dessus, et

10 - un moyen de stockage d'informations amovible, partiellement ou totalement, lisible par un ordinateur ou un microprocesseur conservant des instructions d'un programme d'ordinateur permettant la mise en œuvre du procédé de traitement selon l'invention tel que celui brièvement exposé ci-dessus.

15 Selon encore un autre aspect, l'invention vise un programme d'ordinateur directement chargeable dans un dispositif programmable, comportant des instructions ou portions de code permettant la mise en œuvre des étapes du procédé de traitement de l'invention tel que brièvement exposé ci-dessus, lorsque ledit programme d'ordinateur est exécuté sur un dispositif programmable.

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

25 Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre illustratif et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 30 - la figure 1 représente de manière schématique un dispositif de codage d'un signal numérique,
- la figure 2 représente de manière schématique un dispositif de traitement selon l'invention d'un signal numérique codé,
- la figure 3 représente un mode de réalisation du dispositif de

traitement de la figure 2,

- la figure 4a représente une image avant codage,
- la figure 4b représente la décomposition en sous-bandes de fréquence de l'image de la figure 4a,
- 5 - la figure 5 est un algorithme de traitement selon la présente invention, incluant le décodage d'une image,
 - la figure 6 est une représentation schématique spatiale d'une fraction d'image séparée en tuiles et comprenant la sous-image sélectionnée par l'utilisateur,
 - 10 - la figure 7 est un algorithme de décodage de tuiles entières mis en œuvre lors de l'exécution de l'algorithme de la figure 5,
 - la figure 8a est une vue schématique représentant l'affichage à l'écran d'un utilisateur de la sous-image sélectionnée et de barres de défilement,
 - 15 - la figure 8b est une vue schématique représentant l'affichage à l'écran d'un utilisateur lors d'une sélection des barres de défilement affichées à la figure 8a,
 - la figure 9 est un algorithme de décodage de tuiles partielles mis en œuvre lors de l'exécution de l'algorithme de la figure 5,
 - 20 - la figure 10 est un algorithme de calcul de la dimension d'une sous-image qui est mis en œuvre lors de l'exécution de l'étape M_8 de l'algorithme de la figure 9,
 - la figure 11 est une représentation spatiale d'une image séparée en tuiles, de la position des coefficients de la sous-bande basse de dernier niveau sur cette image ainsi que d'une sous-image sélectionnée,
 - 25 - la figure 12 est un algorithme d'estimation de la qualité de restitution d'une sous-image et de décision quant à la modification de la taille de cette sous-image, mis en œuvre lors de l'exécution de l'étape M_9 de l'algorithme de la figure 9,
 - 30 - la figure 13 est une grille de représentation spatiale des différents coefficients de sous-bande de fréquence.

Selon un mode de réalisation choisi et représenté à la figure 1, un

dispositif de codage de données est un dispositif 2 qui comporte une entrée 24 à laquelle est reliée une source 1 de données non codées.

La source 1 comporte par exemple un moyen de mémoire, telle que mémoire vive, disque dur, disquette, disque compact, pour mémoriser des données non codées, ce moyen de mémoire étant associé à un moyen de lecture approprié pour y lire les données. Un moyen pour enregistrer les données dans le moyen de mémoire peut également être prévu.

On considérera plus particulièrement dans la suite que les données à coder sont une suite d'échantillons numériques d'origine représentatifs de grandeurs physiques et représentant, par exemple, une image IM.

La présente invention pourrait être appliquée sur un signal sonore dans lequel on souhaite décoder un extrait d'un signal audio compressé. Si le signal audio original est partitionné en zones qui sont chacune encodées de façon indépendante, alors la réponse à une requête d'un utilisateur désirent obtenir un extrait du signal audio peut être décomposée en deux étapes principales : la première consistant à restituer les zones entièrement contenues dans la requête et la seconde consistant à restituer les zones partielles après traitement spécifique.

La source 1 fournit un signal numérique d'image IM à l'entrée du circuit de codage 2. Le signal d'image IM est une suite de mots numériques, par exemple des octets. Chaque valeur d'octet représente un pixel de l'image IM, ici à 256 niveaux de gris, ou image noir et blanc. L'image peut être une image multispectrale, par exemple une image en couleur ayant des composantes dans trois bandes de fréquence, de type rouge-vert-bleu ou luminance et chrominance. Soit l'image couleur est traitée dans son intégralité, soit chaque composante est traitée de manière analogue à l'image monospectrale.

Des moyens 3 utilisateurs de données codées sont reliés en sortie du dispositif de codage 2.

Les moyens utilisateurs 3 comportent par exemple des moyens de mémorisation de données codées, et/ou des moyens de transmission des données codées.

Le dispositif de codage 2 comporte classiquement, à partir de

l'entrée 24, un circuit de transformation 21 qui met en œuvre des décompositions en des signaux de sous-bandes de fréquence du signal de données, de manière à effectuer une analyse du signal.

Le circuit de transformation 21 est relié à un circuit de quantification
5 22. Le circuit de quantification met en œuvre une quantification connue en soi, par exemple une quantification scalaire, ou une quantification vectorielle, des coefficients, ou de groupes de coefficients, des signaux de sous-bandes de fréquence fournis par le circuit 21.

Le circuit 22 est relié à un circuit 23 de codage entropique, qui
10 effectue un codage entropique, par exemple un codage de Huffman, ou un codage arithmétique, des données quantifiées par le circuit 22.

La figure 2 représente un dispositif 5 de décodage de données (image codée) selon l'invention, les données ayant été codées par le dispositif
2.

15 Des moyens 4 utilisateurs de données codées sont reliés en entrée 50 du dispositif de décodage 5. Les moyens 4 comportent par exemple des moyens de mémoire de données codées, et/ou des moyens de réception des données codées qui sont adaptés à recevoir les données codées transmises par les moyens de transmission 3.

20 Des moyens 6 utilisateurs de données décodées (image reconstruite) sont reliés en sortie 51 du dispositif de décodage 5. Les moyens utilisateurs 6 sont par exemple des moyens d'affichage d'images (écran), ou des moyens de restitution de sons, en fonction de la nature des données traitées.

25 Le dispositif de décodage 5 effectue globalement des opérations inverses de celles du dispositif de codage 2 excepté pour les premières opérations.

Le dispositif 5 comporte un circuit 52 de lecture de l'ensemble des informations représentatives du signal d'image et, plus particulièrement, des
30 échantillons d'origine et de paramètres utilisés lors du codage. Cet ensemble d'informations d'en-tête du signal codé est appliqué à l'entrée 50 dudit dispositif.

Ce circuit 52 permet de lire les données concernant la taille de

l'ensemble d'échantillons d'origine (image) constituant le signal d'image et sa résolution, c'est-à-dire le nombre de niveaux de décomposition en sous-bandes de fréquence de cet ensemble.

5 Le signal d'image étant par ailleurs partitionné en zones appelées tuiles, le signal codé comporte des informations spatiales représentatives de ces tuiles et qui constituent également des informations d'en-tête du signal codé.

10 Le circuit 52 procède également à la lecture de ces informations concernant les tuiles, à savoir leur nombre, leur largeur, leur hauteur et leur position dans l'image.

Le dispositif 5 comporte également un circuit 53 de réception d'une sélection d'un sous-ensemble d'échantillons d'origine (sous-image) faisant partie de l'ensemble d'échantillons d'origine constituant le signal d'image.

15 La sélection de cette sous-image d'origine est caractérisée par des données concernant la position, la taille et la résolution souhaitées.

Cette sélection peut se faire à l'aide d'une interface graphique qui contrôlera également, lors du choix de l'utilisateur, la validité de la sous-image sélectionnée.

20 En effet, la sous-image sélectionnée doit être de taille inférieure ou égale à celle de l'image dans la résolution considérée.

L'utilisateur émet par exemple à distance une requête d'obtention d'une partie du signal d'image en vue de sa restitution, c'est-à-dire plus précisément de son affichage.

25 Le dispositif 5 qui est par exemple intégré dans un serveur reçoit cette requête et va l'analyser.

Le dispositif 5 comporte un circuit 55 d'analyse de la requête d'obtention d'une partie du signal d'image codé émanant de l'utilisateur.

30 Le circuit 55, relié au circuit 53, localise la partie sélectionnée du signal d'image dans ledit signal en utilisant les informations fournies par l'utilisateur et les informations d'en-tête du signal d'image.

Le dispositif 5 comporte un circuit 58 relié au circuit 55 et qui détermine les tuiles dites intérieures de l'image qui sont entièrement contenues

dans la sous-image sélectionnée et qui vont être fournies rapidement à l'utilisateur en vue de leur affichage (premier affichage).

Le dispositif 5 comporte également un circuit de décodage entropique 60, qui effectue un décodage entropique correspondant au codage du circuit 23 de la figure 1. Le circuit 60 est relié à un circuit de déquantification 61, correspondant au circuit de quantification 22. Le circuit 61 est relié à un circuit de transformation inverse 62, correspondant au circuit de transformation 21. Les transformations envisagées ici réalisent une synthèse du signal numérique, à partir de signaux de sous-bandes de fréquence.

Le dispositif 5 comporte un circuit 59 relié au circuit 55 et qui détermine les tuiles dites partielles de l'image qui sont partiellement contenues dans la sous-image sélectionnée. Plus particulièrement, ce circuit détermine des portions dites intérieures de ces tuiles qui sont disposées à l'intérieur de la sous-image sélectionnée, à la périphérie des tuiles intérieures précitées, et qui seront ultérieurement fournies à l'utilisateur en vue de leur affichage (deuxième affichage), afin de répondre complètement à la requête de cet utilisateur.

Ce circuit est relié à un circuit 63 dit d'extension spatiale préliminaire qui peut ou non procéder à une augmentation de la taille ou dimension de la portion intérieure de tuile partielle (extension) en fonction d'au moins un critère prédéterminé pouvant être, par exemple, la capacité mémoire dont dispose l'utilisateur.

Cette augmentation de taille, si elle a lieu, est effectuée dans le but de permettre à l'utilisateur de pouvoir afficher ultérieurement davantage de données que celles demandées dans sa requête initiale, ces données supplémentaires ayant déjà été décodées.

Ceci permettrait ainsi à l'utilisateur de ne pas avoir à formuler une seconde requête pour obtenir des données supplémentaires.

En outre, les données supplémentaires lui seraient très rapidement accessibles puisque déjà décodées.

Le circuit d'extension 63 est relié aux circuits de décodage 60 et de transformation inverse 62 précités.

On remarquera que les flèches entre les blocs symbolisent les

données de l'image codée qui transitent entre ces blocs et des informations annexes comme la taille des données à décoder.

Le dispositif de codage et/ou le dispositif de décodage peuvent être intégrés dans un appareil numérique, tel qu'un ordinateur, une imprimante, un télécopieur, un scanner ou un appareil photographique numérique, par exemple.

Le dispositif de codage et le dispositif de décodage peuvent être intégrés dans un même appareil numérique, par exemple un appareil photographique numérique.

En référence à la figure 3, est décrit un exemple de dispositif programmable 100 mettant en œuvre l'invention. Ce dispositif est adapté à transformer un signal numérique, et à le synthétiser.

Selon le mode de réalisation choisi et représenté à la figure 3, un dispositif mettant en œuvre l'invention est par exemple un micro-ordinateur 100 connecté à différents périphériques, par exemple une caméra numérique 101 (ou un scanner, ou tout moyen d'acquisition ou de stockage d'image) reliée à une carte graphique et fournissant des données à coder ou à compresser.

Le dispositif 100 comporte un bus de communication 102 auquel sont reliés :

- une unité centrale 103 (microprocesseur),
- une mémoire morte 104, comportant un programme "Progr",
- une mémoire vive 106, comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution du programme précité,
- un écran 108 permettant de visualiser les données à décoder ou de servir d'interface avec l'utilisateur qui pourra paramétrer certains modes de décodage, à l'aide d'un clavier 110 ou de tout autre moyen, tel que par exemple une souris, l'écran 108 pouvant également permettre d'afficher les données décodées ayant subi le traitement selon l'invention,
- un disque dur 112,
- un lecteur de disquette 114 adapté à recevoir une disquette 116,
- une interface de communication 118 avec un réseau de

communication 120 apte à transmettre des données décodées par le dispositif ou à recevoir des données codées par un autre dispositif,

- une carte d'entrée/sortie 122 reliée à un microphone 124 (les données à traiter selon l'invention constituent alors un signal audio).

5 Le bus de communication permet la communication entre les différents éléments inclus dans le micro-ordinateur 100 ou reliés à lui. La représentation du bus n'est pas limitative et, notamment, l'unité centrale est susceptible de communiquer des instructions à tout élément du micro-ordinateur 100 directement ou par l'intermédiaire d'un autre élément du micro-ordinateur 100.

10 Le programme noté "Progr" permettant au dispositif programmable de mettre en œuvre l'invention, peut être stocké par exemple en mémoire morte 104 (appelée ROM sur le dessin) comme représenté sur la figure 3. Selon une variante, la disquette 116, tout comme le disque dur 112 peuvent contenir des données codées ou décodées ainsi que le code de l'invention qui, une fois lu par le dispositif 100, sera stocké dans le disque dur 112. En seconde variante, le programme pourra être reçu pour être stocké de façon identique à celle décrite précédemment par l'intermédiaire du réseau de communication 120.

15 Les disquettes peuvent être remplacées par tout support d'information tel que, par exemple, un CD-ROM ou une carte mémoire. De manière générale, un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé de traitement selon l'invention.

20 De manière plus générale, le programme pourra être chargé dans un des moyens de stockage du dispositif 100 avant d'être exécuté.

25 L'unité centrale 103 va exécuter les instructions relatives à la mise en œuvre de l'invention, instructions stockées dans la mémoire morte 104 ou dans les autres éléments de stockage. Lors de la mise sous tension, les programmes de traitement et, plus particulièrement de décodage, qui sont stockés dans une mémoire non volatile, par exemple la mémoire ROM 104, sont transférés dans la mémoire vive RAM 106 qui contiendra alors le code

exécutable de l'invention, ainsi que des registres pour mémoriser les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

La figure 4a représente de manière schématique une image numérique IM en sortie de la source d'image 1 de la figure 1.

5 Cette figure est décomposée par le circuit de transformation 21 de la figure 1 qui est un circuit de décomposition dyadique à trois niveaux de décomposition.

Le circuit 21 est, dans ce mode de réalisation, un ensemble classique de filtres, respectivement associés à des décimateurs par deux, qui
10 filtrent le signal d'image selon deux directions, en des signaux de sous-bandes de hautes et basses fréquences spatiales. La relation entre un filtre passe-haut et un filtre passe-bas est souvent déterminée par les conditions de reconstruction parfaite du signal. Il est à noter que les filtres de décomposition verticale et horizontale ne sont pas forcément identiques, bien qu'en pratique ce
15 soit généralement le cas. Le circuit 21 comporte ici trois blocs successifs d'analyse pour décomposer l'image IM en des signaux de sous-bandes selon trois niveaux de décomposition.

De manière générale, la résolution d'un signal est le nombre d'échantillons par unité de longueur utilisés pour représenter ce signal. Dans le
20 cas d'un signal d'image, la résolution d'un signal de sous-bande est liée au nombre d'échantillons par unité de longueur utilisés pour représenter ce signal de sous-bande horizontalement et verticalement. La résolution dépend du nombre de décompositions effectuées, du facteur de décimation et de la résolution de l'image initiale.

25 Le premier bloc d'analyse reçoit le signal numérique d'image SI et, de manière connue, délivre en sortie quatre signaux de sous-bandes LL_3 , LH_3 , HL_3 et HH_3 de résolution RES_3 la plus élevée dans la décomposition.

Le signal de sous-bande LL_3 comporte les composantes, ou échantillons, de basse fréquence, selon les deux directions, du signal d'image.
30 Le signal de sous-bande LH_3 comporte les composantes de basse fréquence selon une première direction et de haute fréquence selon une seconde direction, du signal d'image. Le signal de sous-bande HL_3 comporte les

composantes de haute fréquence selon la première direction et les composantes de basse fréquence selon la seconde direction. Enfin, le signal de sous-bande HH_3 comporte les composantes de haute fréquence selon les deux directions.

5 Chaque signal de sous-bande est un ensemble d'échantillons réels (il pourrait également s'agir d'entiers) construit à partir de l'image d'origine, qui contient de l'information correspondant à une orientation respectivement verticale, horizontale et diagonale du contenu de l'image, dans une bande de fréquence donnée. Chaque signal de sous-bande peut être assimilé à une
10 image.

Le signal de sous-bande LL_3 est analysé par un bloc d'analyse analogue au précédent pour fournir quatre signaux de sous-bandes LL_2 , LH_2 , HL_2 et HH_2 de niveau de résolution RES_2 .

15 Chacun des signaux de sous-bandes de résolution RES_2 correspond également à une orientation dans l'image.

Le signal de sous-bande LL_2 est analysé par un bloc d'analyse analogue au précédent pour fournir quatre signaux de sous-bandes LL_0 (par convention), LH_1 , HL_1 , et HH_1 de niveau de résolution RES_1 . On notera que la sous-bande LL_0 forme à elle seule la résolution RES_0 .

20 Chacun des signaux de sous-bandes de résolution RES_1 correspond également à une orientation dans l'image.

La figure 4b représente l'image IMD résultant de la décomposition de l'image IM, par le circuit 21, en dix sous-bandes et selon 4 niveaux de résolution : RES_0 (LL_0), RES_1 (LL_2), RES_2 (LL_3), , RES_3 (image originale). L'image
25 IMD comporte autant d'information que l'image d'origine IM, mais l'information est fréquemment découpée selon trois niveaux de décomposition

Bien entendu, le nombre de niveaux de décomposition, et par conséquent de sous-bandes, peut être choisi différemment, par exemple 16 sous-bandes sur six niveaux de résolution, pour un signal bi-dimensionnel tel
30 qu'une image. Le nombre de sous-bandes par niveau de résolution peut également être différent. En outre, la décomposition peut ne pas être dyadique. Les circuits d'analyse et de synthèse sont adaptés à la dimension du signal

traité.

Sur la figure 4b les échantillons issus de la transformation sont rangés sous-bande par sous-bande.

5 On remarquera que l'image IM de la figure 4a est séparée en zones, appelées tuiles dont certaines seulement ont été représentées sur la figure 4b pour ne pas surcharger la figure. Lors de la décomposition de l'image par le circuit 21, on peut procéder à une décomposition de cette image tuile par tuile.

10 En rassemblant sur une même figure les différentes images résultant de la décomposition tuile par tuile de l'image IM on aboutit à l'image IMD de la figure 4b sur laquelle apparaissent des tuiles.

Par ailleurs, chaque tuile de l'image IMD est partitionnée en blocs dont quelques-uns sont représentés sur la figure 4b.

15 Les circuits 22 et 23 de la figure 1 s'appliquent de manière indépendante à chaque bloc de chaque tuile considérée. Le signal d'image codé par le circuit 2 véhicule ainsi des blocs d'échantillons obtenus par codage des échantillons d'origine et qui constituent le flux de données (connu en terminologie anglosaxonne sous le terme "bitstream").

Ces blocs d'échantillons sont connus en terminologie anglosaxonne sous le terme "codeblocks" et prennent la position indiquée sur la figure 4b.

20 Le signal d'image codé comporte également des informations d'en-tête comme indiqué plus haut en référence à la figure 2.

25 Ces informations d'en-tête comportent notamment les informations concernant la taille de l'image, à savoir sa largeur w et sa hauteur h , sa position dans un repère de référence représentée par les coordonnées $ulcx$ (abscisse) et $ulcy$ (ordonnée), ainsi que le nombre de résolutions res .

Par ailleurs, comme l'image codée comporte des tuiles, les informations d'en-tête comportent également des informations concernant ces tuiles, à savoir leur nombre nbT , leur largeur wT , leur hauteur hT et leur position représentée par les coordonnées $ultx$ et $ulty$.

30 Les informations d'en-tête du signal codé permettent, dès réception et lecture de ces dernières, d'avoir des informations sur le codage du signal.

La figure 5 est un algorithme comportant différentes instructions ou portions de code correspondant à des étapes du procédé de traitement du signal numérique d'image codée selon l'invention.

5 Plus particulièrement, cet algorithme constitue un algorithme de décodage du signal codé selon l'invention.

Le programme informatique noté "Progr" qui est basé sur cet algorithme est stocké dans la mémoire morte 104 de la figure 3, à l'initialisation du système, et transféré dans la mémoire vive 106. Il est ensuite exécuté par l'unité centrale 103, ce qui permet ainsi de mettre en œuvre le procédé selon l'invention dans le dispositif de la figure 3.

Comme représenté sur la figure 5, une première étape de l'algorithme, notée S1, consiste à lire les données précitées représentées par les notations suivantes : w, h, ulcx, ulcy, res, wT, hT, ultx, ulty et nbT.

15 Ces données sont stockées dans des registres de la mémoire vive 106 de la figure 3.

Lors de l'étape suivante S2, on reçoit la requête d'un utilisateur visant à obtenir une sous-image sélectionnée par l'utilisateur parmi l'image considérée IM représentée à la figure 4a en vue de sa restitution, c'est-à-dire de son affichage.

20 Pour ce faire, l'utilisateur précise dans sa requête la taille de cette sous-image représentée par les notations zw (largeur de la sous-image) et zh (hauteur de la sous-image), ainsi que les coordonnées zplx (abscisse du coin en haut de la sous-image) et zply (ordonnée du coin en haut à gauche de cette sous-image) permettant de localiser cette sous-image dans l'image IM considérée (figure 4a).

L'utilisateur spécifie également la résolution, notée zres, de la sous-image choisie.

L'utilisateur peut, par exemple, demander une sous-image de résolution inférieure à celle de l'image considérée.

30 Ainsi, par exemple, on peut s'intéresser uniquement aux sous-bandes LL₀, LH₁, HL₁, HH₁, LL₂, LH₂, HL₂ et HH₂.

Comme mentionné plus haut, cette étape peut être réalisée à l'aide d'une interface graphique (figure 2).

Les données z_w , z_h , z_{ulx} , z_{uly} et z_{res} sont également stockées dans des registres de la mémoire vive 106 de la figure 3.

5 L'analyse de la requête de l'utilisateur et, notamment, la localisation de la sous-image dans l'image est effectuée au cours d'une étape suivante S3 en utilisant des informations fournies par l'utilisateur, à savoir des informations de taille (z_{ulx} , z_{uly} , z_h , z_w), de résolution (z_{res}) et de qualité (z_q) de la sous-image, ainsi que des informations d'en-tête du signal d'image codé
10 (informations de taille et de résolution de l'image).

Cette étape S3 est suivie d'une étape S4 au cours de laquelle on se positionne sur la première tuile T_1 de l'image considérée.

Sur la figure 6 est représentée en gris la sous-image de l'image sélectionnée par l'utilisateur, ainsi que les différentes tuiles de l'image qui sont
15 contenues entièrement ou partiellement dans la sous-image.

Sur cette figure, on a également représenté l'origine O d'un repère dans lequel sont positionnées l'image et la sous-image.

Dans ce repère, la sous-image est repérée par le point de coordonnées (z_{ulx} , z_{uly}), tandis que la grille des tuiles précitées est repérée par
20 le point de coordonnées (u_{lx} , u_{ly}).

L'étape S4 conduit à l'étape S5 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la tuile considérée est entièrement contenue dans la sous-image sélectionnée.

Dans la négative, l'étape S5 est suivie d'une étape S6 au cours de
25 laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la tuile qui n'est pas entièrement contenue dans la sous-image sélectionnée est la dernière tuile de l'image.

Dans la négative, l'étape S6 est suivie d'une autre étape S7 au cours de laquelle on incrémente le compteur de tuile d'une unité.

L'étape S7 est de nouveau suivie de d'étape S5 précédemment
30 décrite.

Lorsque le test pratiqué à l'étape S5 est positif et donc que la tuile considérée, appelée tuile intérieure, est entièrement contenue dans la sous-image sélectionnée, alors l'étape S5 est suivie d'une étape S8.

5 Au cours de cette étape, on procède à un décodage de la tuile intérieure qui vient d'être prise en compte et à un affichage de cette dernière sur l'écran de l'utilisateur.

Les tuiles entières concernées par la boucle d'analyse qui vient d'être décrite sont les tuiles T1, T2, T3 et T4 représentées sur la figure 6.

10 Comme représenté sur la figure 8a, l'affichage des tuiles entières T1 à T4 correspond à un premier affichage qui s'inscrit à l'intérieur du cadre représenté en noir sur la figure 8a et repéré par la flèche A.

Une fois achevée, l'étape S8 est suivie de l'étape S6 précédemment décrite au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la tuile considérée est la dernière tuile de l'image.

15 On va maintenant décrire en référence à l'algorithme de la figure 7 le décodage d'une tuile tel qu'énoncé succinctement ci-dessus à l'étape S8.

L'algorithme de la figure 7 comporte une première étape M1 au cours de laquelle on procède à l'obtention du train binaire représentant la tuile courante sous forme codée.

20 L'étape M1 est suivie d'une étape M2 au cours de laquelle on procède à une lecture de l'en-tête du fichier concernant la tuile analysée et, notamment, à une extraction des blocs d'échantillons du signal numérique d'image codé constitutifs de cette tuile.

25 L'étape M2 est ensuite suivie d'une étape M3 au cours de laquelle on procède à un décodage entropique ou décompression des blocs précédemment extraits puis, au cours d'une étape M4, à une déquantification de ces blocs décodés.

30 L'étape suivante M5 applique à ces blocs ainsi déquantifiés une transformation inverse de la décomposition en sous-bandes de fréquence qui a été pratiquée au codage.

On notera, par exemple, qu'il s'agit ici d'une transformation en ondelettes inverse.

Au cours de l'étape suivante M6, une transformation couleur inverse peut éventuellement être mise en place sur la tuile considérée si l'image couleur a subi, lors de son codage, une transformation couleur.

5 Cette étape est suivie d'une étape M7 de stockage de la tuile ainsi décodée dans un fichier.

On notera que les étapes M4 à M7 sont chacune connues en soi de l'homme du métier. Il convient de noter que les opérations M5, M6 et M7 pourraient être combinées en une seule étape.

10 Lorsque le test de l'étape S6 est positif, et donc lorsque toutes les tuiles intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal d'image numérique codé ont été traitées, on passe à l'étape suivante notée S9 au cours de laquelle on se positionne à nouveau sur la première tuile de l'image.

15 Cette étape est suivie d'une étape S10 au cours de laquelle un test est pratiqué sur la tuile afin de savoir si celle-ci a déjà été décodée.

Dans l'affirmative, l'étape S10 est suivie d'une étape S11 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir s'il s'agit de la dernière tuile de l'image.

20 Dans la négative, l'étape S11 est suivie d'une étape S12 au cours de laquelle on incrémente le compteur de tuile et l'on revient alors à l'étape S10 précédemment citée.

Lorsqu'une tuile n'a pas encore été décodée, on a affaire à une tuile dite partielle qui est partiellement contenue dans la partie sélectionnée du signal d'image numérique codé.

25 Une telle tuile est par exemple celle notée T5 sur la figure 6.

Au cours de l'étape suivante S25, on détermine la portion de la tuile partielle qui est contenue à l'intérieur de la partie sélectionnée du signal (sous-image).

Cette portion est appelée portion intérieure et notée Pint.

30 Lors du traitement d'une tuile partielle telle que la tuile T5 de la figure 6, l'étape S25 est suivie d'une étape S13 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de décider, en fonction d'au moins un critère prédéterminé, si une

augmentation de la taille (extension spatiale préliminaire) de la portion intérieure Pint considérée doit être prise en compte en vue d'un éventuel affichage ultérieur.

Il convient de noter que le critère précité peut par exemple être la
5 capacité mémoire dont dispose l'utilisateur ou encore, par exemple, le coût éventuel de transmission de données supplémentaires ou bien encore la puissance de calcul de l'équipement de l'utilisateur.

On notera également que l'extension spatiale sera décidée de
10 manière cohérente entre les différentes tuiles partielles considérées dans la sous-image sélectionnée par l'utilisateur afin que, si une extension spatiale est décidée pour une tuile partielle, la tuile partielle adjacente soit également spatialement étendue.

Ainsi, par exemple, on décidera de procéder de manière cohérente à
15 l'extension spatiale des tuiles situées sur un même côté de la sous-image sélectionnée, sur deux ou trois des côtés de la sous-image, voire encore sur toute la périphérie de celle-ci selon les cas envisagés.

Lorsqu'il est décidé de ne pas procéder à une augmentation de la
20 taille (non extension spatiale préliminaire) de la portion intérieure Pint de la tuile considérée, alors l'étape S13 est suivie d'une étape S14 au cours de laquelle on va mettre en œuvre les étapes de l'algorithme représenté à la figure 9 et qui font partie de l'algorithme de la figure 5.

Au cours de la première étape notée M8 de l'algorithme de la figure
25 9, on procède au calcul de la taille ou dimension de la sous-image sélectionnée projetée dans les différentes sous-bandes de fréquence pour la tuile considérée.

Cette étape de calcul sera décrite plus en détail ultérieurement en
référence à la figure 10, ceci afin de ne pas compliquer inutilement la description de la figure 9.

Au cours de l'étape M9, on procède, d'une part, à une estimation de
30 la qualité avec laquelle la tuile considérée de la sous-image sélectionnée peut être restituée, aux erreurs de décodage près et, d'autre part, à une possible

intervention sur cette qualité de restitution (prolongement de qualité) avant le décodage de cette sous-image.

5 Cette étape M9 se décompose suivant les différentes étapes représentées sur l'algorithme de la figure 12 et qui seront décrites ultérieurement en s'appuyant sur la figure 11 afin, là encore, de ne pas compliquer inutilement la description de la figure 9.

10 Au cours de l'étape M9, on obtient un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé et qui sont contenus dans la portion intérieure Pint de la tuile partielle considérée. En fonction du nombre d'échantillons obtenu, on prend une décision quant à une éventuelle modification de la taille de la portion intérieure considérée.

15 Plus précisément, on détermine parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse du dernier niveau de décomposition obtenu par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine constitutifs du signal d'image, le nombre de coefficients par dimension de l'image qui sont contenus dans la portion intérieure considérée.

Comme on le verra ultérieurement, cette analyse peut conduire à augmenter la taille de la portion intérieure considérée ou à conserver la taille de celle-ci.

20 Lors de l'analyse faite sur le nombre d'échantillons précités, il convient de noter que la décision qui sera prise sur l'éventuelle modification de la taille ne concerne pas une réduction de la taille de la portion intérieure de la tuile partielle concernée.

25 En cas d'augmentation de la taille de la portion intérieure considérée (prolongement de qualité), on ajoute à la portion intérieure Pint de la tuile T5 (figure 6) une fraction d'une portion extérieure de cette tuile partielle et qui est située à l'extérieur de la sous-image sélectionnée. On obtient ainsi une portion intérieure dite prolongée.

30 Sur la figure 6, seules sont représentées les tuiles ou portions de tuiles partielles que l'utilisateur pourra afficher comme représenté sur les figures 8a et 8b.

La description en cours (étape S14 et étapes M8 à M15) concerne le cas où l'utilisateur ne pourra afficher que les tuiles entières et les portions Pint des tuiles partielles, comme représenté sur la figure 8a.

5 La fraction ajoutée de portion extérieure de la tuile partielle T5 n'est donc pas représentée sur cette figure.

Le prolongement des portions intérieures des tuiles partielles et leur représentation seront abordés ultérieurement aux figures 11 et 12, afin de ne pas compliquer inutilement la présente description.

10 Pour la tuile considérée T5, on va ainsi décoder, comme expliqué lors des étapes suivantes M10 à M15, toute la portion prolongée afin d'améliorer la qualité de restitution de la portion intérieure Pint de la sous-image demandée par l'utilisateur.

Toutefois, comme indiqué plus haut, seule la portion intérieure Pint de cette tuile partielle sera affichée à l'écran (Figure 8a).

15 L'étape M9 conduit à une étape M10 au cours de laquelle on procède à une extraction des échantillons et, plus particulièrement, des blocs d'échantillons du signal numérique d'image codé qui correspondent au prolongement de la sous-image dans la tuile partielle considérée.

20 L'étape M10 est ensuite suivie d'une étape M11 au cours de laquelle on procède à un décodage entropique ou décompression des blocs précédemment extraits puis, au cours d'une étape M12, à une déquantification de ces blocs décodés.

25 L'étape suivante M13 applique à ces blocs ainsi déquantifiés une transformation inverse de la décomposition en sous-bandes de fréquence qui a été pratiquée au codage.

On notera, par exemple, qu'il s'agit ici d'une transformation en ondelettes inverse.

30 A l'issue de l'étape M13 on restitue ainsi une portion prolongée de la sous-image de l'image codée dans la tuile partielle concernée et, au cours de l'étape M14, une transformation couleur inverse peut éventuellement être mise en place sur la portion restituée si l'image couleur a subi, lors de son codage, une transformation couleur.

Cette étape est suivie d'une étape M15 de stockage qui consiste simplement à extraire de la portion prolongée de la sous-image dans la tuile partielle concernée, la portion intérieure Pint de cette tuile faisant partie de la sous-image qui est demandée par l'utilisateur.

5 Cette partie demandée par l'utilisateur va ainsi pouvoir bénéficier d'une qualité accrue en raison du prolongement de qualité qui a été pratiqué comme indiqué ci-dessus et qui sera détaillé lors de la description faite en référence aux figures 11 et 12.

10 On notera que les étapes M10 à M15 sont chacune connues en soi de l'homme du métier. Il convient de noter que les opérations M13, M14 et M15 pourraient être combinées en une seule étape.

Lorsque l'exécution de l'algorithme de la figure 9 est achevée, l'étape S14 est alors suivie de l'étape S11 déjà décrite au cours de laquelle on détermine si la tuile qui vient d'être analysée était la dernière tuile de l'image.

15 Dans la négative, l'étape S11 est suivie des étapes S12, S10 et S13 précitées.

Lorsque le test pratiqué à l'étape S13 est positif (extension spatiale préliminaire), compte tenu du critère prédéterminé qui a été fixé (capacité mémoire dont dispose l'utilisateur), on procède, au cours de l'étape suivante
20 S15, à un test effectué selon au moins un critère prédéterminé, afin de déterminer l'amplitude de l'augmentation de la taille de la portion intérieure Pint de tuile partielle.

Ce critère peut être le même que celui cité en référence à l'étape S13, à savoir la capacité mémoire dont dispose l'utilisateur.

25 Toutefois, ce critère peut être différent comme déjà mentionné plus haut.

30 On notera également que, lors de la décision sur l'amplitude de l'extension spatiale, on s'assure également de la cohérence de cette extension avec celle des tuiles adjacentes qui sont situées sur un même côté de la sous-image, ou sur deux côtés de celle-ci qui se rejoignent, voire même sur toute la périphérie de cette sous-image.

L'extension spatiale préliminaire qui est décidée dans cette partie de l'algorithme est effectuée en vue de permettre à l'utilisateur d'effectuer ultérieurement, s'il le désire, un affichage des portions ainsi spatialement étendues et qui n'ont pas été demandées dans sa requête initiale.

5 Ce processus d'extension permet à l'utilisateur d'avoir accès à une sous-image étendue, contenue à l'intérieur de l'image.

Lorsque l'extension décidée au cours de l'étape S15 correspond à une extension totale, alors l'étape S15 est suivie d'une étape S16.

10 Comme représenté sur la figure 6, l'extension dite totale consiste à ajouter à la portion intérieure Pint la totalité de la portion extérieure de la tuile partielle considérée, de manière à obtenir ainsi toute la tuile T5 dans l'exemple considéré.

15 L'étape S16 est ensuite suivie d'une étape S17 qui est identique à l'étape S8 précédemment décrite et, au cours de laquelle, sont exécutées les différentes étapes M1 à M7 de l'algorithme de la figure 7.

Toutefois, l'étape S17 ne reprend pas l'étape d'affichage prévue à l'étape S8.

20 Lorsqu'il est décidé, à l'étape S15, de ne pas procéder à une extension totale, comme décrit en référence aux étapes S16 et S17, alors l'étape S15 est suivie d'une étape S18 dite d'extension spatiale préliminaire non totale.

25 Au cours de cette étape, on procède, comme représenté à la figure 6, à l'ajout de la fraction de portion extérieure Pext de la tuile partielle considérée T5 qui est disposée à l'extérieur de la sous-image sélectionnée, de manière à obtenir ainsi une portion spatialement étendue de tuile partielle notée Pet.

Dans le cas cité, ainsi seule une fraction de la tuile partielle T5 est prise en compte par ce processus d'extension.

30 L'étape S18 est suivie d'une étape S19 au cours de laquelle on va procéder à un décodage de la portion spatialement étendue Pet en utilisant l'algorithme de la figure 9 déjà décrit, ainsi que les algorithmes des figures 10 et 12 mentionnés ci-dessus et dont la description sera faite ultérieurement.

Au cours de cette étape S19, on va analyser le nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans la portion spatialement étendue Pet de la tuile partielle considérée.

5 En fonction du nombre obtenu, on va décider d'une éventuelle modification de la taille de cette portion spatialement étendue, afin de s'assurer d'une qualité acceptable lors de l'affichage de cette portion spatialement étendue.

10 Plus précisément, il va être procédé à la détermination, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine constitutifs de l'image, du nombre de ces coefficients par dimension de l'image qui sont contenus dans la portion spatialement étendue considérée.

15 On peut considérer que le nombre de coefficients obtenus dans la portion spatialement étendue Pet permet d'obtenir une qualité de restitution suffisante, ne nécessitant donc pas une modification de la taille de cette portion spatialement étendue.

De cette façon, seule la portion spatialement étendue Pet sera prise en compte lors du décodage de la tuile partielle considérée.

20 Toutefois, il convient de noter que le nombre d'échantillons obtenu peut se révéler insuffisant par rapport à la qualité exigée par l'utilisateur.

Ainsi, il est alors nécessaire d'augmenter la taille de la portion étendue pour restituer une qualité d'image acceptable pour l'utilisateur.

25 Une fois l'augmentation de taille de la portion spatialement étendue Pet pratiquée, on procède à son décodage bloc par bloc comme décrit en référence à l'algorithme de la figure 9 (étapes M10 à M15).

30 L'augmentation de taille de la portion spatialement étendue Pet a été réalisée dans le but d'améliorer la qualité de restitution de cette partie de l'image et seule la portion spatialement étendue Pet sera éventuellement affichée si l'utilisateur le désire.

L'étape S19 une fois achevée, conduit à l'étape S11 déjà décrite.

Lorsque l'on a affaire à la dernière tuile de l'image, l'étape S11 conduit à une étape S20 au cours de laquelle on procède à un deuxième affichage des portions intérieures des tuiles partielles entourant le cadre A déjà affiché (étape S8).

5 Ce deuxième affichage est représenté sur la figure 8a par le cadre indiqué par la flèche B.

On restitue ainsi la sous-image sélectionnée par l'utilisateur.

On remarquera que l'on a répondu à la requête de l'utilisateur en deux phases, une première consistant, comme décrit lors des étapes S4 à S8 à
10 traiter toutes les tuiles entières contenues dans la sous-image sélectionnée et à les restituer rapidement, la deuxième consistant à effectuer, après cette première restitution, un traitement des tuiles partiellement contenues à l'intérieur de cette sous-image sélectionnée et à procéder ensuite à leur restitution.

15 L'étape S20 est ensuite suivie d'une étape S21 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de déterminer s'il a été précédemment procédé à une extension spatiale préliminaire des portions intérieures des différentes tuiles partielles en vue de permettre l'affichage ultérieur des portions ainsi spatialement étendues si l'utilisateur le désire.

20 Dans le cas où une telle extension n'a pas été réalisée comme décrit en référence aux étapes S13 et S14 précitées, l'étape S21 est suivie d'une étape S22 mettant fin à l'algorithme de traitement et de décodage selon l'invention.

Au contraire, lorsque le test de l'étape S21 est positif, on procède au
25 cours de l'étape S23 à une mémorisation des portions spatialement étendues et décodées (étapes S15 à S19), en vue de permettre leur affichage ultérieur.

Au cours de cette étape, on mémorise ainsi les seules portions spatialement étendues et décodées, comme décrit en référence aux étapes S17 et S19.

30 En effet, même si ces portions spatialement étendues ont fait l'objet d'une augmentation de taille (étape S17), celle-ci n'est pas mémorisée ici.

L'étape S23 est suivie d'une étape S24 au cours de laquelle on procède à l'affichage à l'écran représenté sur la figure 8a d'au moins un mécanisme interactif prenant la forme d'une région interactive et, plus particulièrement, de deux de ces régions qui sont agencées de manière adjacentes aux portions intérieures des tuiles partielles affichées dans le cadre B.

Ces régions interactives se présentent sous la forme de barres de défilement (connues en terminologie anglo-saxonne sous le terme "scroll-bars") qui permettent, lorsqu'elles sont activées par l'utilisateur, par exemple par l'intermédiaire d'un curseur se déplaçant sur l'écran, d'afficher tout ou partie des portions spatialement étendues qui ont été mémorisées à l'étape S23.

Ces régions interactives permettent lorsqu'elles sont activées par l'utilisateur d'obtenir des données supplémentaires du signal d'image par rapport à la sous-image sélectionnée initialement.

L'utilisateur peut ainsi obtenir une sous-image spatialement étendue dans les limites qui ont été définies précédemment.

L'utilisateur peut alors rapidement visualiser les portions d'image voisines de la partie affichée (sous-image sélectionnée), puisque ces portions d'image sont déjà stockées en mémoire et leur affichage ne nécessite donc pas de la part de l'utilisateur l'intervention d'une nouvelle requête.

Comme représenté sur les figures 8a et 8b, une barre de défilement horizontale 150 et une barre de défilement verticale 152 sont agencées sur deux des bords de la sous-image sélectionnée délimitée par le cadre B.

Comme représenté sur la figure 8b, l'utilisateur peut sélectionner la barre de défilement horizontale 150 vers la droite de la sous-image afin d'afficher la portion de la sous-image spatialement étendue décodée et mémorisée qui se trouve au voisinage de la partie droite de la sous-image sélectionnée (cadre B).

Le degré de liberté attribué à chacune des barres de défilement est fonction, d'une part, du rapport entre la taille de la sous-image étendue et décodée, et qui est définie par la largeur g_w et la hauteur g_h (figure 6) et,

d'autre part, de la taille de la sous-image sélectionnée qui est affichée dans le cadre B (largeur z_w et hauteur z_h).

Ainsi, l'utilisateur aura la possibilité de déplacer la barre de défilement horizontale à droite comme représenté sur la figure 8b ou à gauche, sur une longueur $W_{scroll} = \alpha \times (g_w - z_w) / 2$ où α est une constante positive.

De même, l'utilisateur peut déplacer la barre de défilement verticale d'une longueur égale à $H_{scroll} = \beta \times (g_h - z_h) / 2$ où β est une constante positive.

La figure 8b montre que lorsque l'utilisateur sélectionne la barre de défilement horizontale 150, il peut afficher à l'écran la portion de la sous-image spatialement étendue 153.

Dans la représentation faite sur cette figure, la partie gauche de la sous-image n'est plus affichée à l'écran.

Toutefois, cet exemple d'affichage n'est qu'illustratif et les régions interactives qui sont représentées par les barres de défilement 150 et 152 permettent bien entendu, tout en affichant les portions d'image entourant la sous-image sélectionnée (cadre B), de conserver l'affichage entier de cette sous-image sélectionnée.

Par ailleurs, il est possible d'afficher toute la sous-image spatialement étendue incluant la sous-image sélectionnée (cadre B) en effectuant un agrandissement ou une réduction de cette sous-image étendue.

Cependant, on peut également, comme représenté sur la figure 8b, n'afficher qu'une portion de la sous-image étendue suivant la direction sélectionnée par l'utilisateur.

On notera qu'un mécanisme interactif qui ne s'affiche pas à l'écran (par exemple des touches sur un clavier) peut être utilisé à la place de régions interactives affichées à l'écran.

Lors de la description de la figure 9, on a brièvement fait mention du calcul de la taille ou dimension de la sous-image projetée dans les différentes sous-bandes de fréquence pour la tuile considérée. Ce calcul est effectué au cours de l'étape M8 qui va maintenant être décrite en référence à la figure 10.

Cette étape se décompose suivant les différentes étapes de l'algorithme de la figure 10 et qui font partie de l'algorithme de la figure 9.

5 Cet algorithme comporte une étape E1 d'initialisation des valeurs des paramètres $zulx$, $zuly$, zw , zh et $zres$ correspondant à la sous-image sélectionnée.

Par ailleurs, il convient de noter que l'on peut également rajouter les coordonnées $zulcx$ (abscisse) et $zulcy$ (ordonnée) correspondant aux coordonnées de l'image par rapport à un repère d'origine, dans le cas où ces coordonnées ne sont pas confondues avec l'origine du repère.

10 Par souci de simplification, on se placera dans le cas où les coordonnées $zulcx$ et $zulcy$ sont confondues avec l'origine du repère.

L'étape E1 est suivie d'une étape E2 au cours de laquelle un paramètre i est fixé comme étant égal à la résolution $zres$ souhaitée par l'utilisateur pour la sous-image sélectionnée.

15 Dans le cas qui nous intéresse, i est égal à 3.

L'étape E2 est suivie d'une étape E3 au cours de laquelle, lors de la première itération, on calcule la taille de la sous-image dans la sous-bande $LL(3)$. Ce calcul se simplifie étant donné que les termes $zulcxLL(3)$ et $zulcyLL(3)$ sont égaux à zéro.

20 - $zulcxLL(3) = zulcx$ et $zulcyLL(3) = zulcy$.

Lors de cette étape, on calculera ainsi $zulxLL(3)$, $zulyLL(3)$, $zwLL(3)$ et $zhLL(3)$ de la façon suivante :

25 - $zulxLL(3) = E((zulx + 1) / 2)$
 - $zulyLL(3) = E((zuly + 1) / 2)$
 - $zwLL(3) = E((zulx + zw + 1) / 2) - zulxLL(3)$, où $E(a)$ désigne la fonction mathématique partie entière de a
 - $zhLL(3) = E((zuly + zh + 1) / 2) - zulyLL(3)$

30 Les calculs effectués lors de cette étape ne sont que des calculs intermédiaires dont les résultats sont stockés dans des registres de la mémoire 106.

Au cours de l'étape suivante notée E4, un test est pratiqué sur le paramètre i afin de savoir s'il est égal à zéro.

Dans l'affirmative, l'étape E4 est suivie d'une étape E5 mettant fin à l'algorithme.

5 Dans la négative, l'étape E4 est suivie d'une étape E6 au cours de laquelle on calcule la taille de la sous-image sélectionnée dans les différentes sous-bandes de fréquence HL_3 , LH_3 et HH_3 en prenant $i = 3$ dans les formules suivantes:

$$\begin{aligned} & \text{zulxHL}(i) = E(\text{zulx}/2) \\ 10 \quad & \text{zulyHL}(i) = \text{zulyLL}(i) \\ & \text{zulcxHL}(i) = \text{zulcx} + \text{zwLL}(i) \\ & \text{zulcyHL}(i) = \text{zulcy} \\ & \text{zwHL}(i) = E((\text{zulx} + \text{zw})/2) - \text{zulxHL}(i) \\ & \text{zhHL}(i) = \text{zhLL}(i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15 \quad & \text{zulxLH}(i) = \text{zulxLL}(i) \\ & \text{zulyLH}(i) = E(\text{zuly}/2) \\ & \text{zulcxLH}(i) = \text{zulcx} \\ & \text{zulcyLH}(i) = \text{zulcy} + \text{zhLL}(i) \\ 20 \quad & \text{zwLH}(i) = \text{zwLL}(i) \\ & \text{zhLH}(i) = E((\text{zuly} + \text{zh})/2) - \text{zulyLH}(i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{zulxHH}(i) = \text{zulxHL}(i) \\ & \text{zulyHH}(i) = \text{zulyLH}(i) \\ 25 \quad & \text{zulcxHH}(i) = \text{zulcxHL}(i) \\ & \text{zulcyHH}(i) = \text{zulcyLH}(i) \\ & \text{zwHH}(i) = \text{zwHL}(i) \\ & \text{zhHH}(i) = \text{zhLH}(i). \end{aligned}$$

30 On calcule ainsi $\text{zulcxHL}(3)$, $\text{zulcyHL}(3)$, $\text{zwHL}(3)$ et $\text{zhHL}(3)$, puis $\text{zulcxLH}(3)$, $\text{zulcyLH}(3)$, $\text{zwLH}(3)$ et $\text{zhLH}(3)$.

Ensuite, on calcule la taille de la sous-image dans la sous-bande HH_3 , ce qui fournit les éléments $\text{zulcxHH}(3)$, $\text{zulcyHH}(3)$, $\text{zwHH}(3)$ et $\text{zhHH}(3)$.

Les différents éléments qui viennent d'être calculés au cours de l'étape E6 sont reportés sur les sous-bandes correspondantes HL_3 , LH_3 et HH_3 . Ces éléments sont par ailleurs stockés dans des registres de la mémoire vive 106 de la figure 3.

5 L'étape suivante notée E7 consiste à remettre à jour les différents éléments calculés pour la sous-bande basse LL_3 en vue de sa nouvelle décomposition.

La remise à jour s'effectue à l'aide des égalités suivantes :

$$\text{zulx} = \text{zulxLL}(i)$$

10 $\text{zuly} = \text{zulyLL}(i)$

$$\text{zulcx} = \text{zulcxLL}(i)$$

$$\text{zulcy} = \text{zulcyLL}(i)$$

$$\text{zw} = \text{zwLL}(i)$$

$$\text{zh} = \text{zhLL}(i).$$

15 Lors de la description des figures 5 et suivantes, plus particulièrement en décrivant l'étape de la figure 9, on a fait référence à un algorithme d'estimation de la qualité de restitution d'une sous-image et de décision quant à la modification de la taille de cette sous-image. On va maintenant décrire plus en détails cet algorithme en s'aidant de la figure 11 qui
20 représente la position spatiale des différents coefficients de la sous-bande de fréquence basse de dernier niveau de résolution, notée LL_0 .

L'espace considéré sur la figure 11 est un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique d'image, à savoir un espace de dimension 2.

25 Dans cet espace, on a également représenté la disposition des différentes tuiles T1 à T15 constituant l'image et qui n'ont aucun lien avec les tuiles T1 à T5 représentées sur la figure 6.

Chaque point noir représente un coefficient de la sous-bande basse LL_0 .

30 Les différents chiffres représentés en abscisse et en ordonnée indiquent les coordonnées des tuiles considérées ainsi que les coordonnées des différentes régions particulières considérées dans cette représentation.

Ainsi, on a représenté une première région correspondant à la sous-image sélectionnée et localisée et qui est indiquée par la référence notée SIS.

Cette région est délimitée du reste de l'image par une ligne représentant une frontière notée F.

5 Cette représentation est particulièrement avantageuse dans la mesure où, comme on le verra par la suite, elle permet d'estimer rapidement et de façon graphique, la qualité de restitution de la sous-image sélectionnée et de procéder rapidement à une décision quant à une éventuelle modification de la taille de cette sous-image en fonction de l'estimation de qualité précitée.

10 Il serait également équivalent à la représentation de la figure 11 de projeter la sous-image sélectionnée et localisée SIS dans la sous-bande basse de dernier niveau LL_0 (figure 4b) et de déterminer dans cette sous-image le nombre de coefficients de cette sous-bande basse sur cette figure 4b. On notera que la sous-image ainsi que les tuiles de la figure 11 ne correspondent pas à celles de la figure 6. Cela ne change cependant rien au principe d'analyse qui va maintenant être décrit en référence à la figure 12.

L'étape M9 de l'algorithme de la figure 9 succinctement décrite plus haut se décompose suivant les différentes étapes de l'algorithme de la figure 12 qui font également partie de l'algorithme de la figure 9.

20 Le traitement qui va être effectué en référence à l'algorithme de la figure 12 est celui dont il a été question à propos de l'augmentation de taille des portions intérieures Pint des différentes tuiles partielles de la figure 6, comme celle de la tuile T5 (étape S19, figure 5).

25 Ce traitement s'applique également pour l'amélioration de la restitution des portions intérieures des tuiles partielles visées à l'étape S14 de la figure 5.

30 Au cours de l'exécution de l'algorithme représenté à la figure 12 on procèdera soit à une augmentation de la taille de la sous-image sélectionnée et localisée, soit à une conservation de la taille de cette sous-image en fonction des résultats d'une étape de recherche pratiquée à l'étape E10 et de la prise en compte de critères sélectionnés lors de l'étape E9.

L'algorithme de la figure 12 débute par une étape E9 qui permet de mettre en place un critère prédéterminé représentatif d'un niveau de qualité souhaité pour la restitution de la sous-image.

Par exemple, deux niveaux de qualité sont retenus, un niveau moyen
5 noté m et un niveau bon, représentatif d'une bonne qualité et qui est noté b.

On notera que plus de deux niveaux peuvent être pris en considération comme, par exemple, une qualité faible, une qualité acceptable et enfin une qualité correspondant à celle de l'image qui est décodée entièrement.

Toutefois, dans cet exemple on se limitera aux deux niveaux de
10 qualité précités et, par exemple, pour la tuile T2 (figure 11) on sélectionnera une bonne qualité b.

En mettant en œuvre l'étape E9 on prend en quelque sorte en compte un critère prédéterminé représentatif d'un compromis entre la qualité souhaitée et le temps de calcul ou la vitesse de traitement des données.

15 On remarquera que cette façon de faire n'est pas obligatoire.

En effet, l'utilisateur peut, au contraire, privilégier le critère de qualité indépendamment du temps de calcul et donc de la vitesse de traitement de données.

Au cours de l'étape suivante notée E10, on procède d'abord à une
20 détermination, qui peut être faite en s'aidant de la représentation de la figure 11, du nombre de coefficients de la sous-bande basse de dernier niveau LL_0 par dimension de l'image et qui correspondent à la sous-image sélectionnée et localisée SIS.

Pour ce faire, sur le plan pratique, on recherche le nombre de
25 coefficients de la sous-bande basse à l'intérieur de la région délimitée par la frontière F.

On pratique ensuite un test qui consiste à savoir si le nombre de coefficients identifiés est supérieur ou égal à 2.

30 Étant donné que l'on considère l'image tuile par tuile, lorsque l'on détermine le nombre de coefficients, par exemple, de la tuile T2 correspondant à la sous-image SIS, on s'aperçoit qu'il y en a aucun.

L'étape E10 est donc suivie d'une étape E12 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de déterminer si la qualité sélectionnée correspond à la qualité moyenne ($Q = m$).

5 Dans l'affirmative, l'étape E12 est suivie d'une étape E13 au cours de laquelle on décide de prolonger la sous-image sélectionnée et localisée SIS de la figure 11 afin de disposer d'au moins un coefficient de la sous-bande basse LL_0 , par dimension, dans la partie de la sous-image qui est en recouvrement avec la tuile T2.

10 Toutefois, dans le cas qui nous intéresse, la qualité choisie est la qualité b et le test pratiqué à l'étape E12 conduit donc à l'étape E14 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la qualité choisie est la qualité b.

Ensuite, on passe à l'étape suivante E15.

15 Compte tenu du résultat de la détermination de coefficients pratiquée à l'étape E10, on décide, au cours de l'étape E15, d'augmenter la taille de la sous-image (prolongement de qualité) afin d'ajouter dans celle-ci au moins deux coefficients de la sous-bande basse LL_0 par dimension, dans la partie de la sous-image qui est en recouvrement avec la tuile T2.

20 On ajoute ainsi deux coefficients suivant la direction horizontale et suivant la direction verticale dans la tuile T2, ce qui revient à déplacer la frontière F délimitant la sous-image SIS comme indiqué sur la figure 11.

Les coefficients qui ont été ajoutés sont indiqués par les références 201, 202, 203 et 204 sur cette figure.

25 Selon l'invention, on propose ainsi de choisir de manière appropriée des coefficients supplémentaires de la sous-bande basse de dernier niveau à ajouter à la sous-image afin d'améliorer la qualité de restitution de cette dernière.

Ces coefficients à ajouter sont localisés de part et d'autre de la sous-image projetée dans la sous-bande basse.

30 En effet, dans l'exemple précité, la partie de la sous-image sélectionnée et localisée SIS qui est en recouvrement avec la tuile T2 ne contenant aucun coefficient de la sous-bande basse LL_0 , la restitution de cette partie de la sous-image aurait conduit à une mauvaise qualité.

Dès lors que la décision de modification de la taille de la sous-image a été prise et que la modification a eu lieu, l'étape E15 est suivie d'une étape E16 mettant fin à l'algorithme de la figure 12.

5 On remarquera à la lecture de la figure 11 que l'on procède de manière identique pour les tuiles T3, T4, T7 et T12.

On va maintenant s'intéresser au traitement des tuiles T9 et T14 selon l'invention lors de l'exécution de l'algorithme de la figure 12.

On sélectionne par exemple la qualité b lors de l'étape E9.

10 L'étape de recherche pratiquée à l'étape E10 révèle la présence d'un coefficient de la sous-bande basse LL_0 par dimension dans la partie de la sous-image sélectionnée et localisée SIS qui est en recouvrement avec la tuile T9.

De ce fait, le résultat du test est négatif et les étapes E12 et E13 sont exécutées.

15 Au cours de cette dernière étape, compte tenu du critère de bonne qualité sélectionné, on procède à l'augmentation de la taille de la portion considérée de la sous-image en ajoutant un coefficient par dimension horizontale et quatre coefficients par dimension verticale afin de couvrir toute la tuile T9.

20 Ces coefficients se trouvaient avant déplacement de la frontière F à proximité immédiate de celle-ci et se retrouvent maintenant à l'intérieur de la frontière F'.

Les coefficients ajoutés sont indiqués par les références 205, 206, 207 et 208.

25 On va maintenant décrire le traitement de la tuile T8 ou T13 suivant l'algorithme de la figure 12.

En choisissant une bonne qualité lors de l'exécution de l'étape E9, on aboutit à l'étape E10 au cours de laquelle la recherche de coefficients fait apparaître plus de deux coefficients par dimension, par exemple, pour la tuile T8.

30 Dans ce cas, il est décidé de conserver la taille de cette sous-image, compte tenu de la qualité souhaitée et du résultat obtenu à l'étape E10 et cette

dernière est ensuite suivie de l'étape E16 mettant fin à l'exécution de l'algorithme de la figure 12.

Lorsque la sous-image sélectionnée par l'utilisateur et localisée dans l'image a été prolongée pour restituer une bonne qualité, alors on aboutit à la sous-image prolongée SIE qui est représentée sur la figure 11 et qui englobe la sous-image SIS.

Comme décrit en référence à la figure 5, le processus de prolongement de qualité qui vient d'être décrit ci-dessus est celui qui a été appliqué respectivement aux portions intérieures Pint (étape S14) et aux portions spatialement étendues Pet (étape S19) des tuiles partielles de la figure 6 et permet ainsi de restituer ces portions intérieures avec une meilleure qualité que celle obtenue si aucun prolongement n'avait été pratiqué.

Pour toutes les tuiles de l'image considérée, on sélectionnera de préférence le même mode de qualité afin d'éviter des irrégularités de restitution (qualité et taille) d'une tuile à l'autre.

La figure 13 donne une représentation des différents coefficients de sous-bande de fréquence dans le domaine spatial de l'image d'origine.

Sur cette figure on a représenté l'image délimitée par une bordure noire ainsi que la position des tuiles par rapport à cette image.

Cette figure indique la position des différents coefficients de sous-bande de fréquence pour chaque sous-bande pour le cas d'une décomposition en ondelettes effectuée selon trois niveaux de décomposition.

Tous ces coefficients sont représentés par des ronds à l'intérieur desquels se trouve un motif différent selon l'appartenance du coefficient à une sous-bande particulière.

Cette grille de points est périodique et on retrouve un maillage identique tous les 8 x 8 points.

Par définition, la grille des coefficients est positionnée à l'origine du repère de cette figure, où le premier coefficient de la sous-bande basse est représenté par un rond noir correspond au point d'origine (0,0).

On notera que dans la norme JPEG2000 il sera possible à la fois de positionner l'image dans ce repère en spécifiant le point défini par les

coordonnées (ulcx, ulcy) et de positionner la grille des tuiles sur cette image par le point de coordonnées (ultx, ulty).

On notera que la figure 11 représente un cas particulier où la grille des tuiles et l'image sont toutes deux placées en (0,0).

5 Ces positions changeant la localisation des différents éléments (tuile et position des coefficients des sous-bandes) il convient de prendre en compte ces différents paramètres pour le calcul de la taille et pour la localisation des sous-images dans les sous-bandes.

10 Selon une variante, il peut être intéressant d'améliorer la qualité de l'image sélectionnée sur les contours de celle-ci.

Pour ce faire, on s'intéresse à la projection de la sous-image sélectionnée dans une ou plusieurs autres sous-bandes de fréquence et on ajoute un ou plusieurs autres coefficients de cette ou de ces autres sous-bandes de fréquence dans la sous-image sélectionnée.

15 Les coefficients d'une sous-bande de fréquence autre que la sous-bande basse LL_0 correspondent à un type prédéterminé différent du type des coefficients de LL_0 .

20 Ainsi, en projection dans cette autre ou dans ces autres sous-bandes de fréquence, on augmente la taille de la sous-image ainsi projetée en allant chercher un ou plusieurs coefficients de sous-bandes se trouvant à proximité immédiate de la frontière de la sous-image avant le déplacement de celle-ci.

25 On peut ainsi retrouver les sous-images prolongées dans toutes les sous-bandes de fréquence pour bénéficier, non seulement des coefficients ajoutés de la sous-bande basse de dernier niveau LL_0 qui apportent un gain important de qualité, mais aussi des détails supplémentaires fournis par les sous-bandes LH, HL et HH des différents niveaux.

30 Il convient de noter qu'il peut être intéressant de prolonger malgré tout la sous-image même si elle inclut déjà deux coefficients de sous-bande basse de dernier niveau par dimension afin de parfaire la qualité de la sous-image sur les bords.

Par exemple, considérons une sous image incluse entièrement dans la tuile T8 (figure 11) et contenant déjà plus de deux coefficients LL_0 par

dimension. Pour parfaire la qualité sur les bords on ajoute encore un ou deux coefficients LL_0 additionnels sur les bords.

L'invention permet de pouvoir décoder une sous-image tout en optimisant le nombre de coefficients à décoder.

- 5 Il est également possible de contrôler le critère représentatif du compromis vitesse de traitement/qualité de restitution de la sous-image en modifiant la longueur du prolongement considéré de chaque sous-bande de la sous-image en question.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement d'un signal numérique codé à partir d'un signal numérique séparé en plusieurs zones, ledit signal numérique codé
5 comportant un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce que ledit procédé comporte, après réception (S2) d'une requête d'obtention d'une partie sélectionnée du signal numérique codé, les étapes suivantes :
- 10 - localisation (S3) de ladite partie sélectionnée dans le signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
 - détermination (S5) des zones dites intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,
- 15 - décodage (S8) de ces zones intérieures, et
 - restitution (S8) de ces zones.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal numérique codé comportant plus particulièrement, d'une part, un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal
20 représentatives d'informations spatiales, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage et, d'autre part, les zones codées dudit signal, l'étape de détermination (S5) s'applique aux zones représentatives d'informations spatiales et l'étape de décodage (S8) s'applique aux zones codées dudit signal.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il
25 comporte une étape de détermination (S10) des zones du signal dites partielles qui sont partiellement contenues dans la partie sélectionnée dudit signal et de détermination (S25) des portions dites intérieures de ces zones qui sont disposées à l'intérieur de ladite partie sélectionnée du signal.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il
30 comporte une étape de décision (S13), en fonction d'au moins un critère prédéterminé, quant à une augmentation de la taille de chaque portion intérieure de zone partielle à prendre en compte en vue d'une éventuelle

restitution ultérieure, ladite augmentation de taille étant appelée extension spatiale préliminaire.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, en cas de décision d'extension spatiale préliminaire conduisant à une portion dite spatialement étendue, ledit procédé comporte une étape de décision (S15), selon au moins un critère prédéterminé, quant à l'amplitude de l'extension spatiale préliminaire de la portion intérieure de zone partielle à prendre en compte en vue d'une éventuelle restitution ultérieure.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'extension spatiale préliminaire des portions intérieures des zones partielles consiste à ajouter à celles-ci la totalité des portions dites extérieures de ces zones partielles qui sont disposées à l'extérieur de la partie sélectionnée du signal, de manière à prendre en compte la totalité de ces zones partielles.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'extension spatiale préliminaire des portions intérieures (Pint) des zones partielles consiste à ajouter à celles-ci une fraction (Pext) des portions dites extérieures de ces zones partielles qui sont disposées à l'extérieur de la partie sélectionnée du signal, de manière à obtenir des portions spatialement étendues (Pet) de zones partielles.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le signal numérique codé comportant un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques, ledit procédé comporte les étapes suivantes :

- obtention (S19) d'un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans chaque portion spatialement étendue de zone partielle,

- décision (S19) quant à une modification de la taille de la portion spatialement étendue considérée en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape d'obtention consiste à déterminer, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse (LLo) du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons

d'origine, le nombre de coefficients par dimension du signal qui sont contenus dans chaque portion spatialement étendue de zone partielle.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en qu'il comporte une étape d'augmentation (M9) de la taille de la portion spatialement étendue, conduisant à une portion spatialement étendue et prolongée.

11. Procédé selon l'une des revendications 5 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de décodage (M11) des portions spatialement étendues à la taille modifiée ou non.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de mémorisation (M15) des portions spatialement étendues à la taille modifiée ou non et décodées.

13. Procédé selon l'une des revendications 5 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de restitution (S20) des portions intérieures (Pint) des zones partielles adjacentes aux zones intérieures déjà restituées.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de fourniture (S24) d'au moins un mécanisme interactif (150, 152) qui permet, lorsqu'il est activé, de restituer tout ou partie des portions spatialement étendues.

15. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, en cas de décision de non extension spatiale préliminaire, le signal numérique codé comportant un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques, ledit procédé comporte les étapes suivantes :

- obtention (S14) d'un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans chaque portion intérieure de zone partielle,

- décision (S14) quant à une modification de la taille de la portion intérieure considérée en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'étape d'obtention consiste à déterminer parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse (LLO) du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons

d'origine, le nombre de coefficients par dimension du signal qui sont contenus dans chaque portion intérieure de zone partielle.

5 17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'augmentation (M9) de la taille de la portion intérieure consistant à ajouter à celle-ci une fraction d'une portion dite extérieure de la zone partielle considérée et qui est disposée à l'extérieur de la partie sélectionnée du signal, conduisant à une portion intérieure prolongée de zone partielle.

10 18. Procédé selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- décodage (M11) des portions intérieures prolongées ou non, et
- restitution (S20) des seules portions intérieures.

15 19. Procédé selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que les zones de séparation du signal numérique ont chacune subi de manière indépendante une décomposition en sous-bandes de fréquence suivant au moins un niveau de décomposition.

20. Procédé selon les revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le signal numérique est un signal d'image.

20 21. Dispositif (5 ; 100) de traitement d'un signal numérique codé à partir d'un signal numérique séparé en plusieurs zones, ledit signal numérique codé comportant un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte :

25 - des moyens de réception (53 ; 103, 104, 106, Progr, S2) d'une requête d'obtention d'une partie sélectionnée du signal numérique codé,

- des moyens de localisation (55 ; 103, 104, 106, Progr, S3) de ladite partie sélectionnée dans le signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,

30 - des moyens de détermination (58 ; 103, 104, 106, Progr, S5) des zones dites intérieures contenues entièrement dans la partie sélectionnée du signal numérique à partir de l'ensemble d'informations,

- des moyens de décodage (60 ; 103, 104, 106, Progr, S8) de ces zones intérieures, et

- des moyens de restitution (6 ; 103, 104, 106, Progr, S8) de ces zones.

5 22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que le signal numérique codé comportant plus particulièrement, d'une part, un ensemble d'informations représentatives du signal numérique, des zones dudit signal représentatives d'informations spatiales, ainsi que de paramètres utilisés lors du codage et, d'autre part, les zones codées dudit signal, les moyens de
10 détermination s'applique aux zones représentatives d'informations spatiales et les moyens de décodage s'appliquent aux zones codées dudit signal.

 23. Dispositif selon la revendication 21 ou 22, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de détermination (103, 104, 106, Progr, S10) des zones du signal dites partielles qui sont partiellement contenues dans la partie
15 sélectionnée dudit signal et de détermination (103, 104, 106, Progr, S25) des portions dites intérieures de ces zones qui sont disposées à l'intérieur de ladite partie sélectionnée du signal.

 24. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de décision (103, 104, 106, Progr, S13), en fonction d'au
20 moins un critère prédéterminé, quant à une augmentation de la taille de chaque portion intérieure de zone partielle à prendre en compte en vue d'une éventuelle restitution ultérieure, ladite augmentation de taille étant appelée extension spatiale préliminaire.

 25. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que, en cas de décision d'extension spatiale préliminaire conduisant à une portion dite spatialement étendue, ledit dispositif comporte des moyens de décision, selon
25 au moins un critère prédéterminé, quant à l'amplitude de l'extension spatiale préliminaire de la portion intérieure de zone partielle à prendre en compte en vue d'une éventuelle restitution ultérieure.

30 26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que le dispositif comporte des moyens d'extension spatiale préliminaire (63) des portions intérieures (Pint) des zones partielles qui ajoutent à celles-ci la totalité

des portions dites extérieures de ces zones partielles qui sont disposées à l'extérieur de la partie sélectionnée du signal, de manière à prendre en compte la totalité de ces zones partielles.

5 27. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que le dispositif comporte des moyens d'extension spatiale préliminaire (63) des portions intérieures des zones partielles qui ajoutent à celles-ci une fraction des portions dites extérieures de ces zones partielles qui sont disposées à l'extérieur de la partie sélectionnée du signal, de manière à obtenir des portions spatialement étendues de zones partielles.

10 28. Dispositif selon la revendication 26 ou 27, caractérisé en ce que le signal numérique codé comportant un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques, ledit dispositif comporte :

15 - des moyens d'obtention (103, 104, 106, Progr, S19) d'un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans chaque portion spatialement étendue de zone partielle,

- des moyens de décision (103, 104, 106, Progr, S19) quant à une modification de la taille de la portion spatialement étendue considérée en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

20 29. Dispositif selon la revendication 28, caractérisé en ce que les moyens d'obtention déterminent, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse (LLo) du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine, le nombre de coefficients par dimension du signal qui sont contenus
25 dans chaque portion spatialement étendue de zone partielle.

30 30. Dispositif selon la revendication 29, caractérisé en qu'il comporte des moyens d'augmentation (103, 104, 106, Progr, M9) de la taille de la portion spatialement étendue, conduisant à une portion spatialement étendue et prolongée.

31. Dispositif selon l'une des revendications 25 à 30, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de décodage (103, 104, 106, Progr, M11) des portions spatialement étendues à la taille modifiée ou non.

32. Dispositif selon la revendication 31, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mémorisation (103, 104, 106, Progr, M15) des portions spatialement étendues à la taille modifiée ou non et décodées.

5 33. Dispositif selon l'une des revendications 25 à 32, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de restitution (103, 104, 106, Progr, S20) des portions intérieures des zones partielles adjacentes aux zones intérieures déjà restituées.

10 34. Dispositif selon la revendication 33, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de fourniture (6) d'au moins un mécanisme interactif (150, 152) qui permet, lorsqu'il est activé, de restituer tout ou partie des portions spatialement étendues.

15 35. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que, en cas de décision de non extension spatiale préliminaire, le signal numérique codé comportant un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques, ledit dispositif comporte :

- des moyens d'obtention (103, 104, 106, Progr, S14) d'un nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé qui sont contenus dans chaque portion intérieure de zone partielle,
- 20 - des moyens de décision (103, 104, 106, Progr, S14) quant à une modification de la taille de la portion intérieure considérée en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

25 36. Dispositif selon la revendication 35, caractérisé en ce que les moyens d'obtention déterminent, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse (LLo) du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine, le nombre de coefficients par dimension du signal qui sont contenus dans chaque portion intérieure de zone partielle.

30 37. Dispositif selon la revendication 35 ou 36, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'augmentation (103, 104, 106, Progr, M9) de la taille de la portion intérieure qui ajoutent à celle-ci une fraction d'une portion dite extérieure de la zone partielle considérée et qui est disposée à l'extérieur de la

partie sélectionnée du signal, conduisant à une portion intérieure prolongée de zone partielle.

38. Dispositif selon l'une des revendications 36 à 37, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5
- des moyens de décodage (103, 104, 106, Progr, M19) des portions intérieures prolongées ou non, et
 - des moyens de restitution (103, 104, 106, Progr, S20) des seules portions intérieures.

39. Dispositif selon l'une des revendications 21 à 38, caractérisé en
10 ce que les zones de séparation du signal numérique ont chacune subi de manière indépendante une décomposition en sous-bandes de fréquence suivant au moins un niveau de décomposition.

40. Dispositif selon l'une des revendications 21 à 39, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un signal numérique qui est un signal d'image.

15 41. Dispositif selon l'une des revendications 21 à 40, caractérisé en ce que les moyens de localisation (55), de détermination (58), de décodage (60) et de restitution (6) sont incorporés dans :

- un microprocesseur (103),
- une mémoire morte (104) comportant un programme (progr) de
20 traitement du signal numérique codé, et
- une mémoire vive (106) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

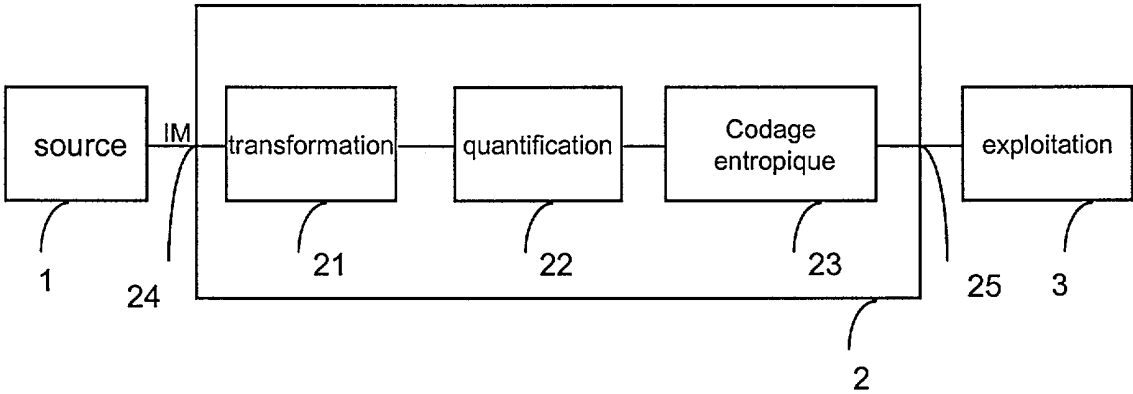
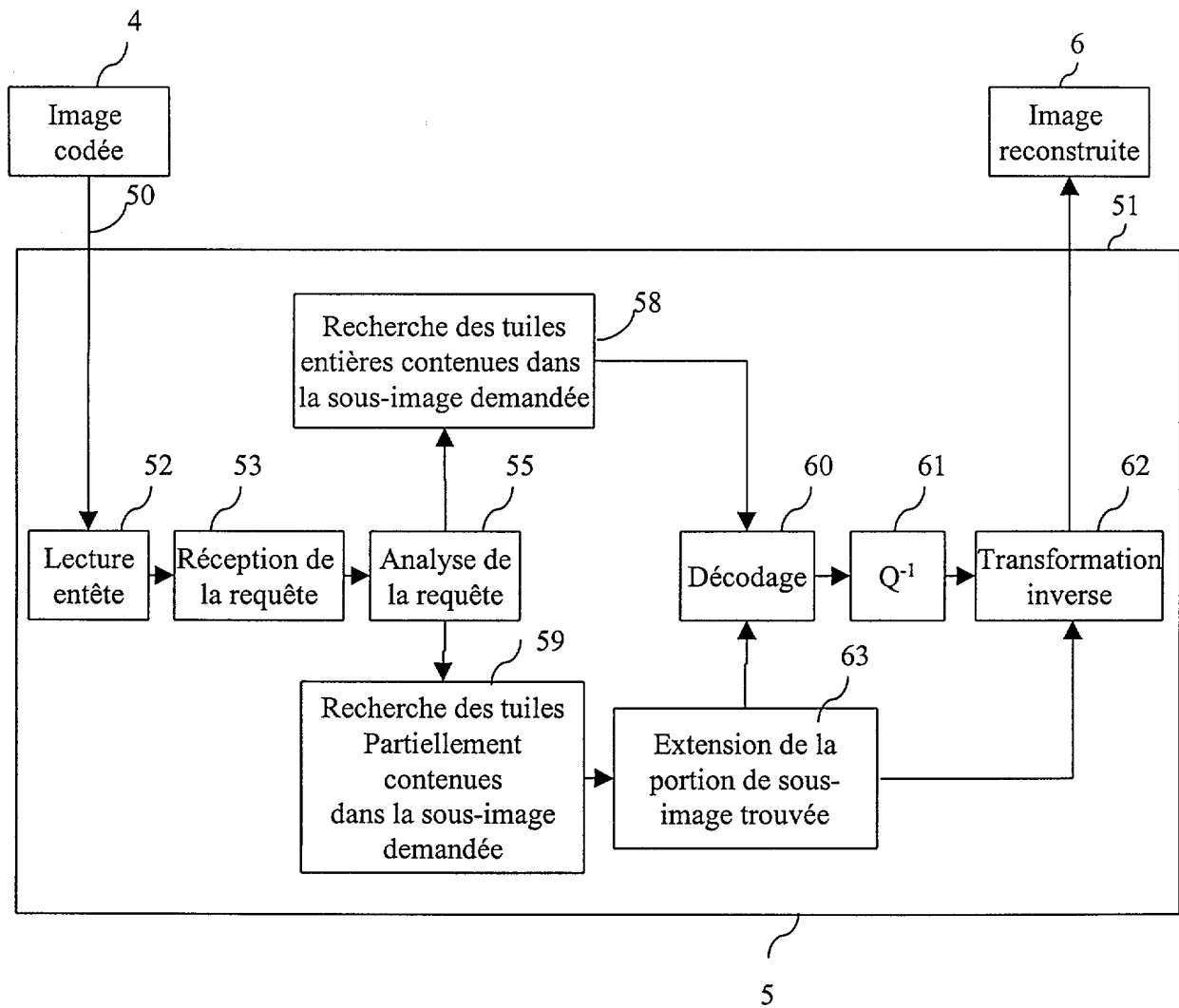
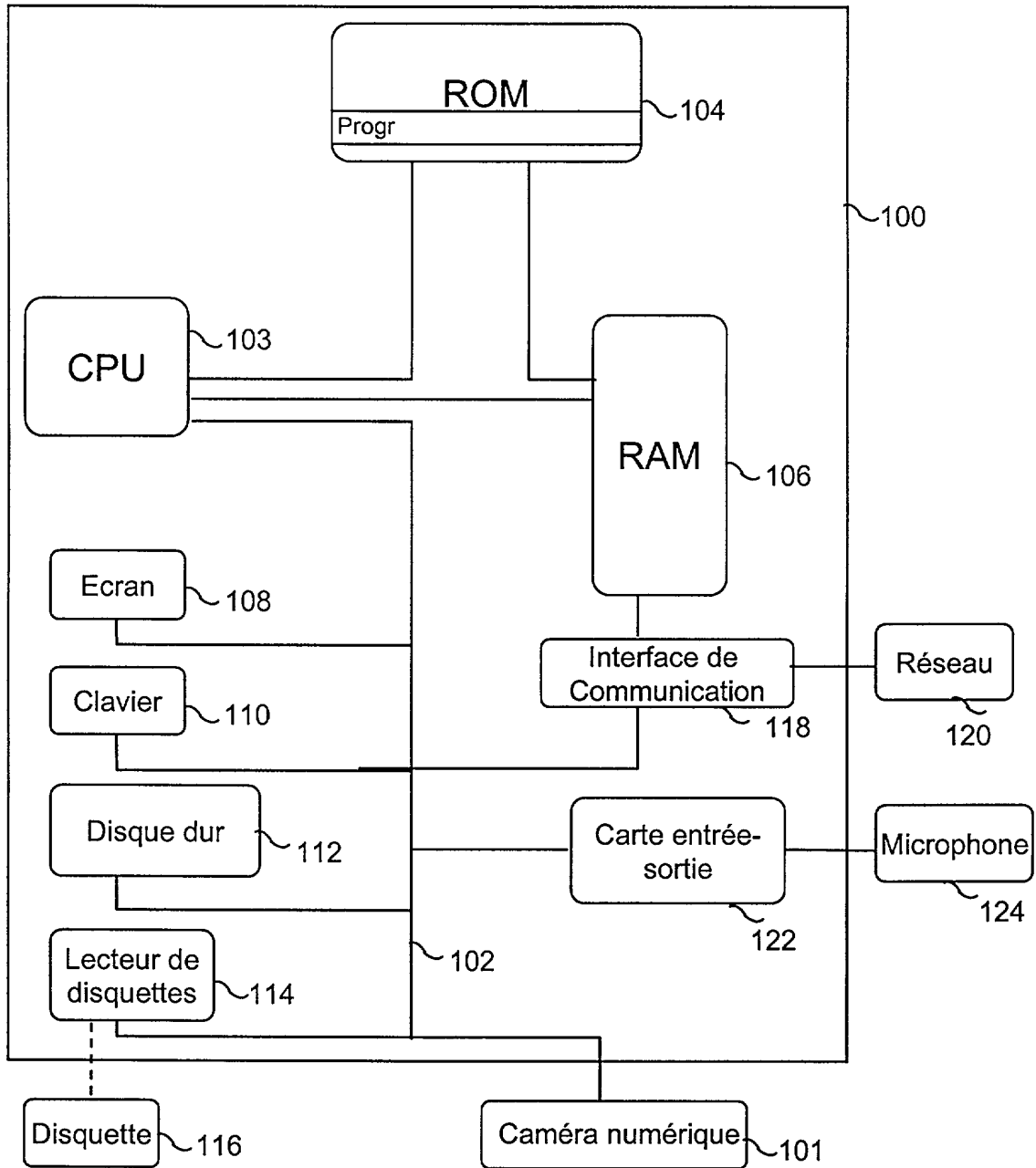


Fig. 1

*Fig. 2*

*Fig. 3*

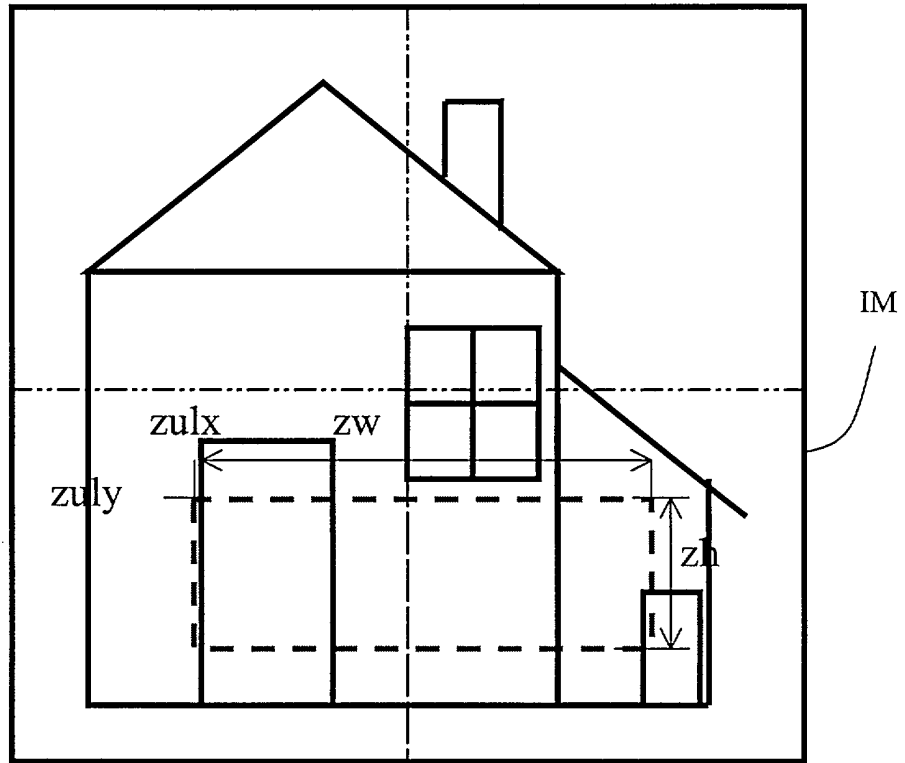


Fig. 4a

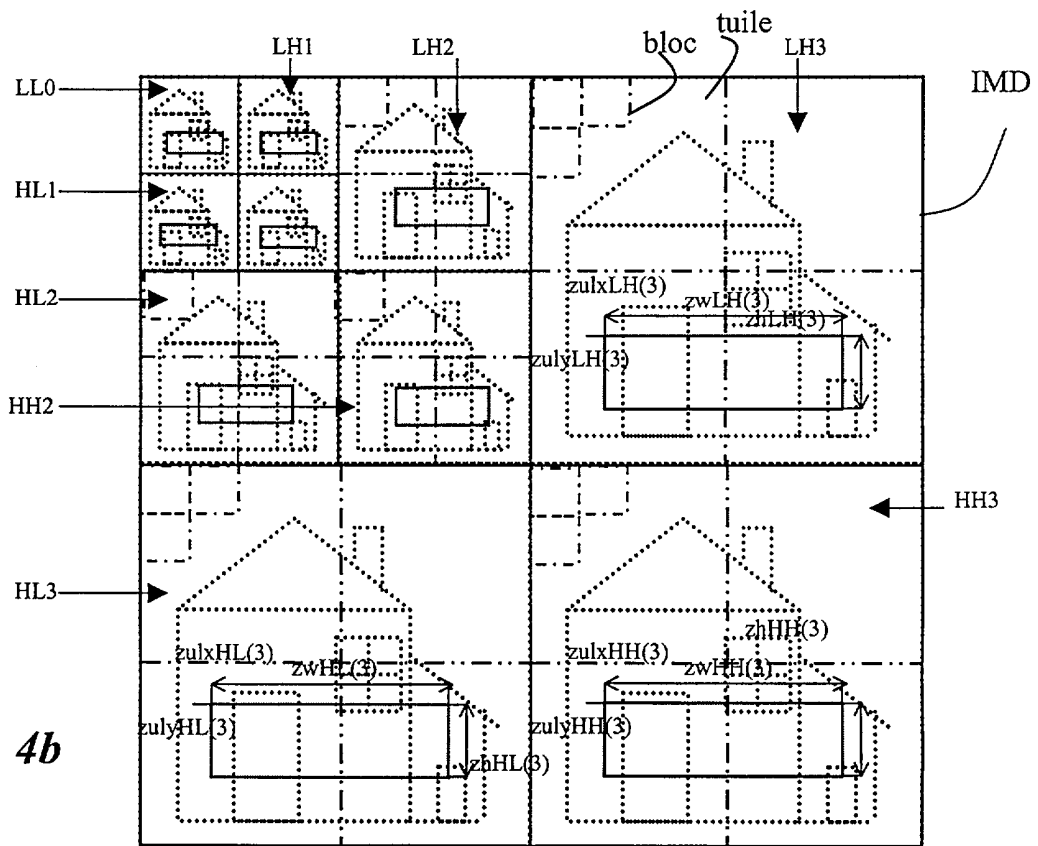


Fig. 4b

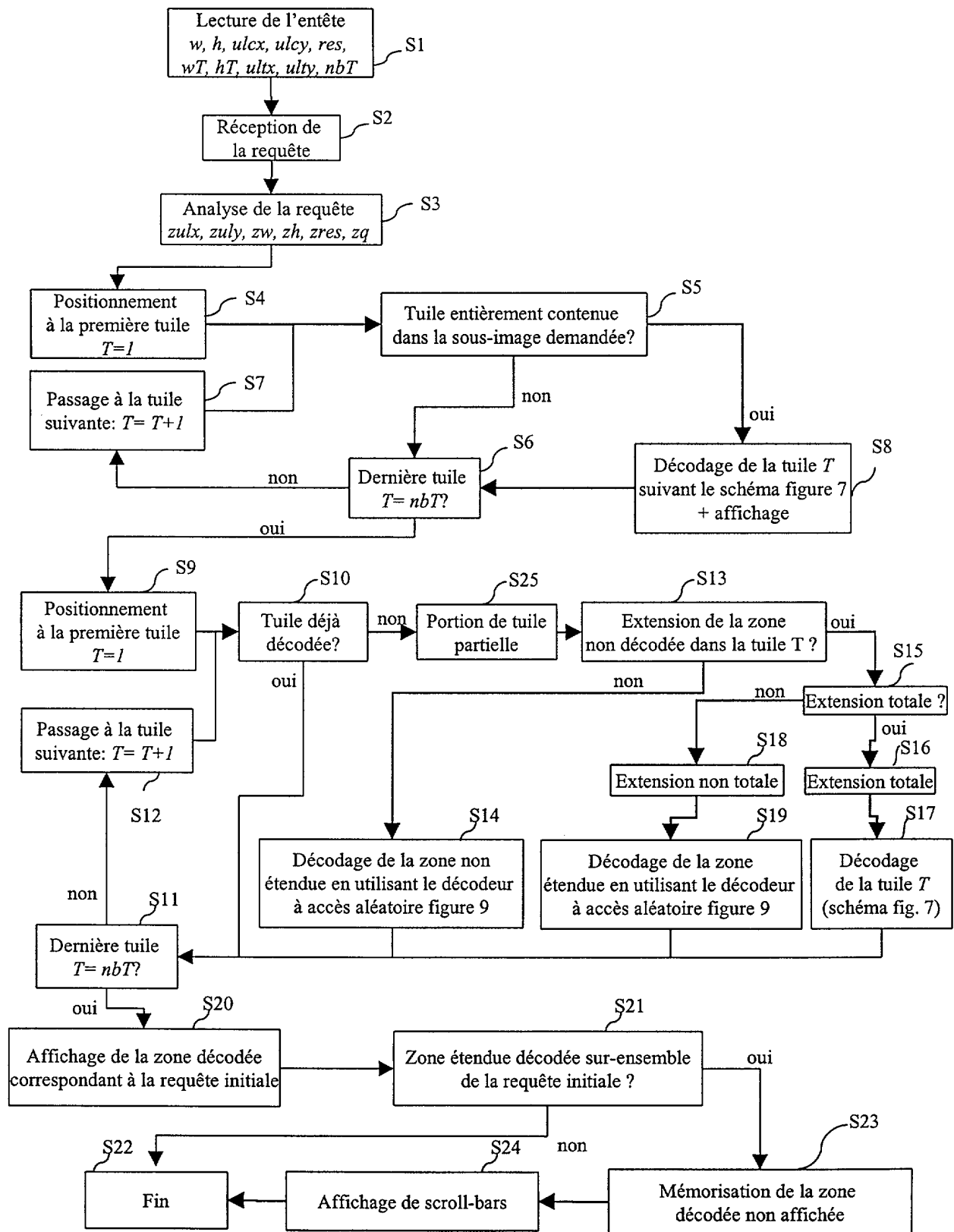


Fig. 5

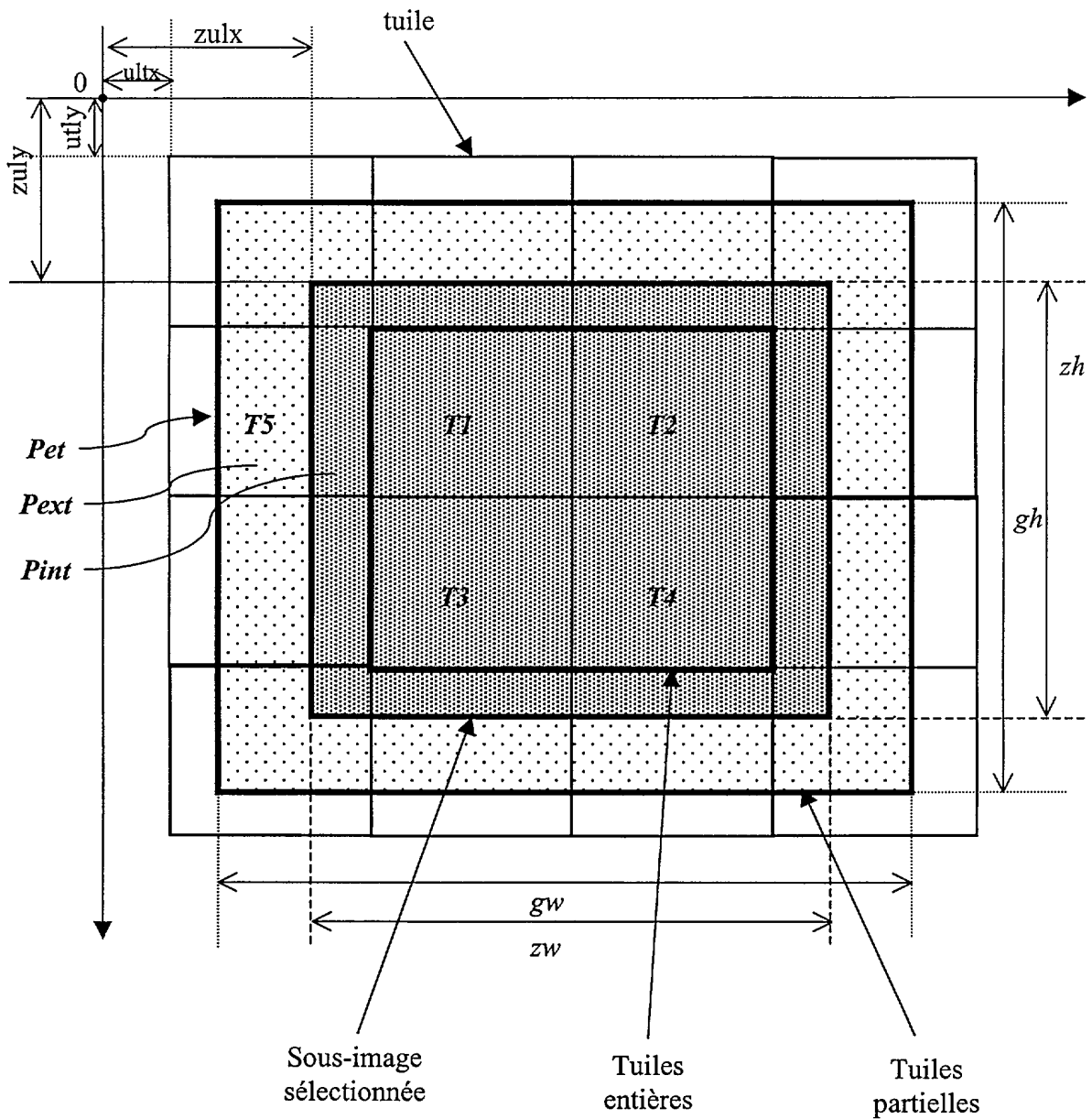
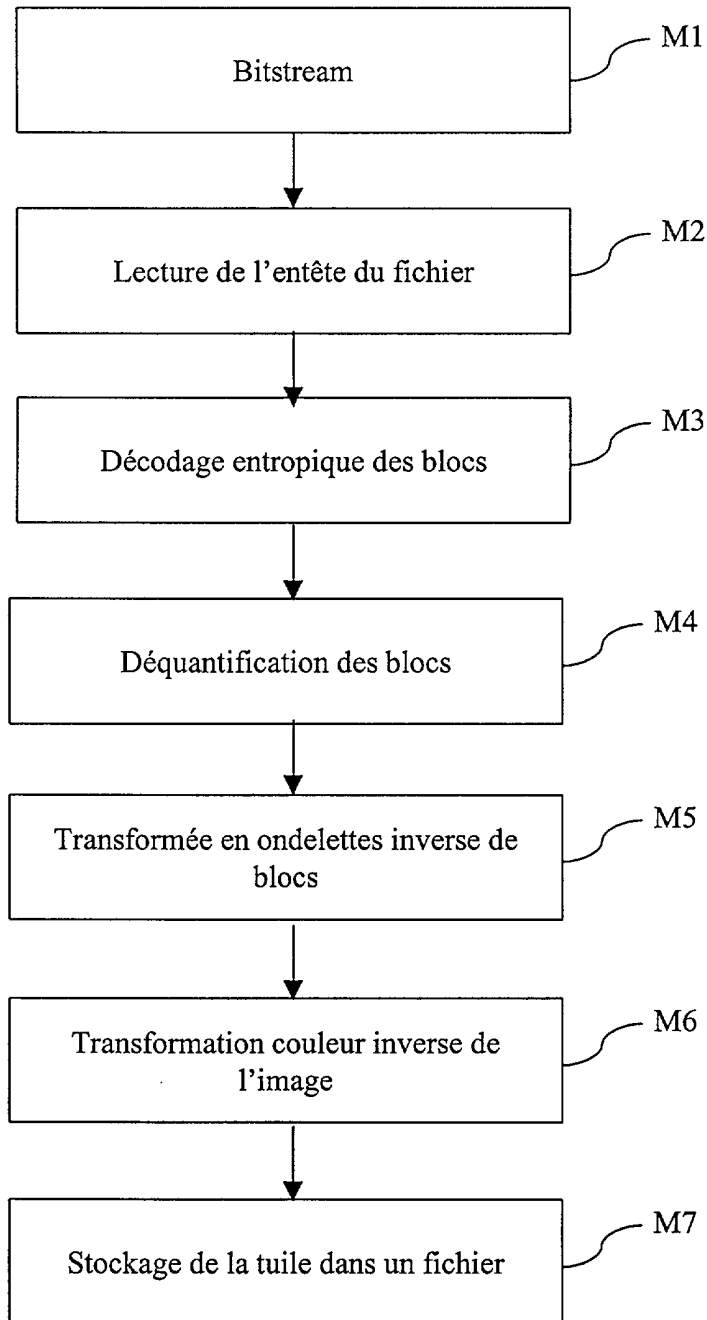


Fig. 6

*Fig. 7*

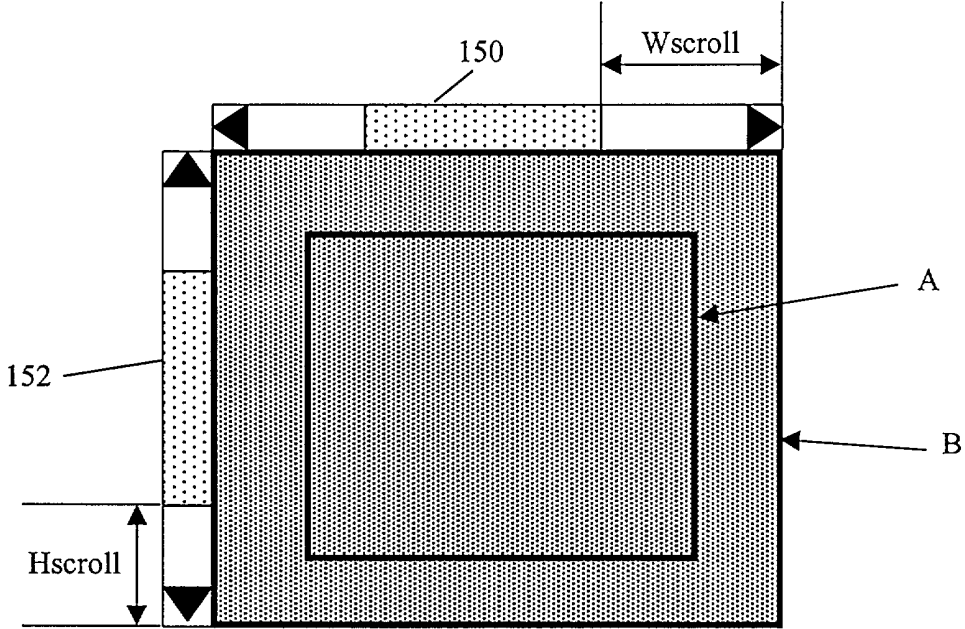


Fig. 8a

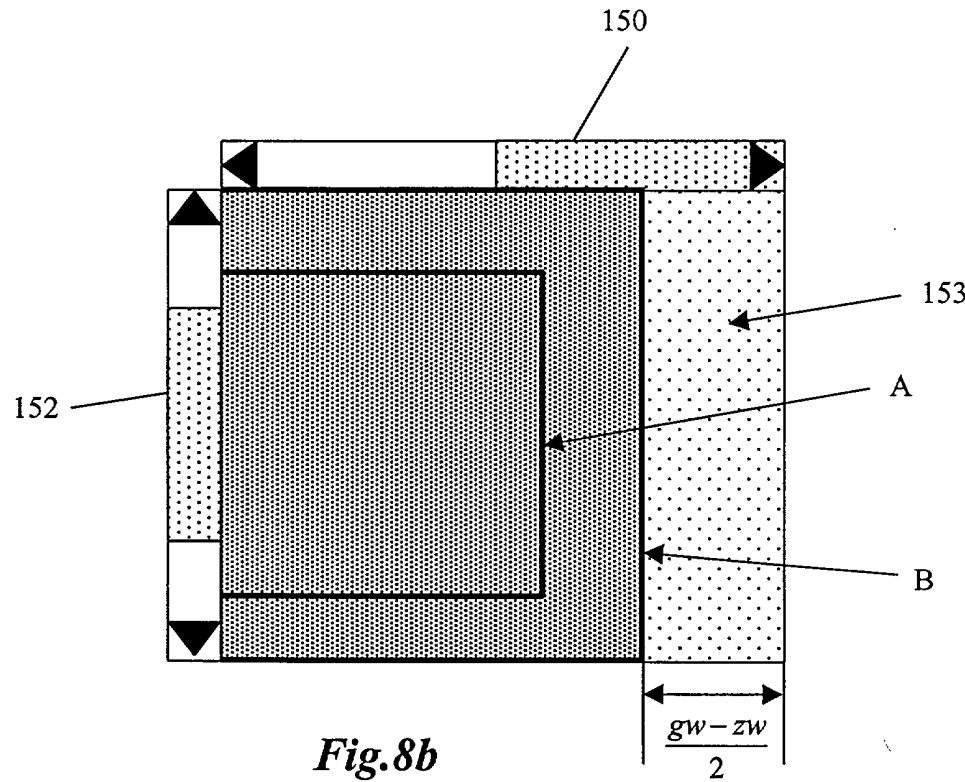
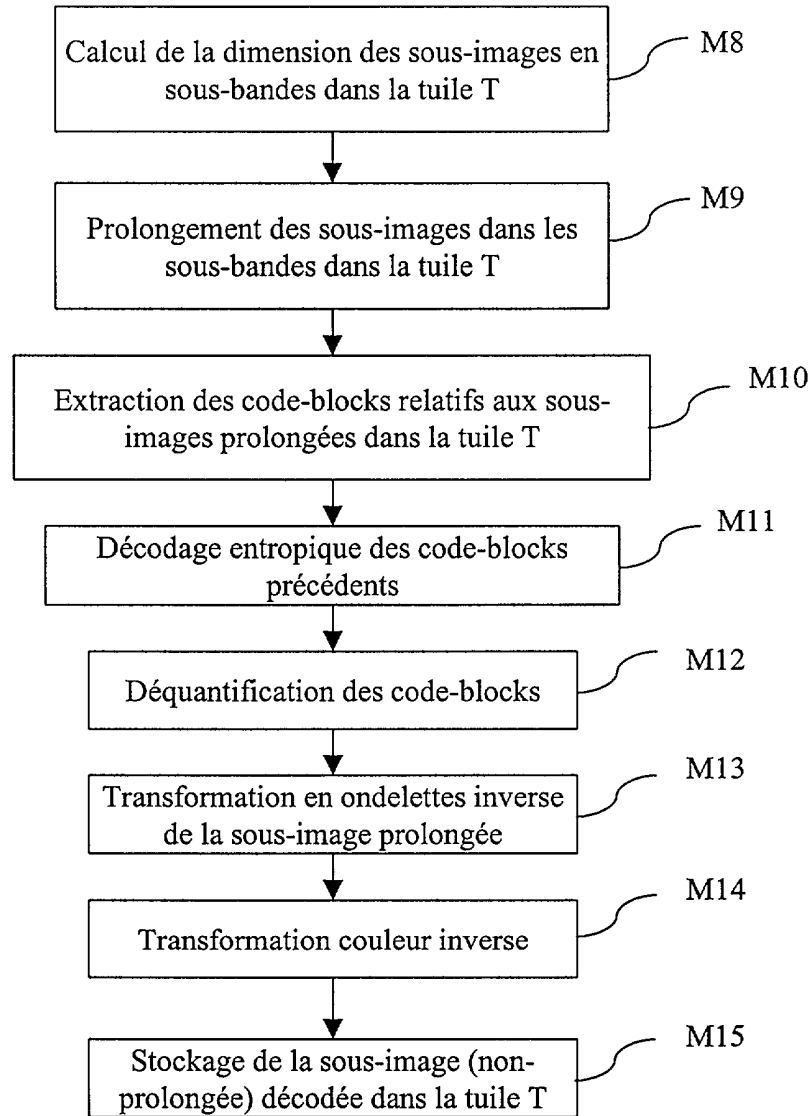


Fig. 8b

**Fig. 9**

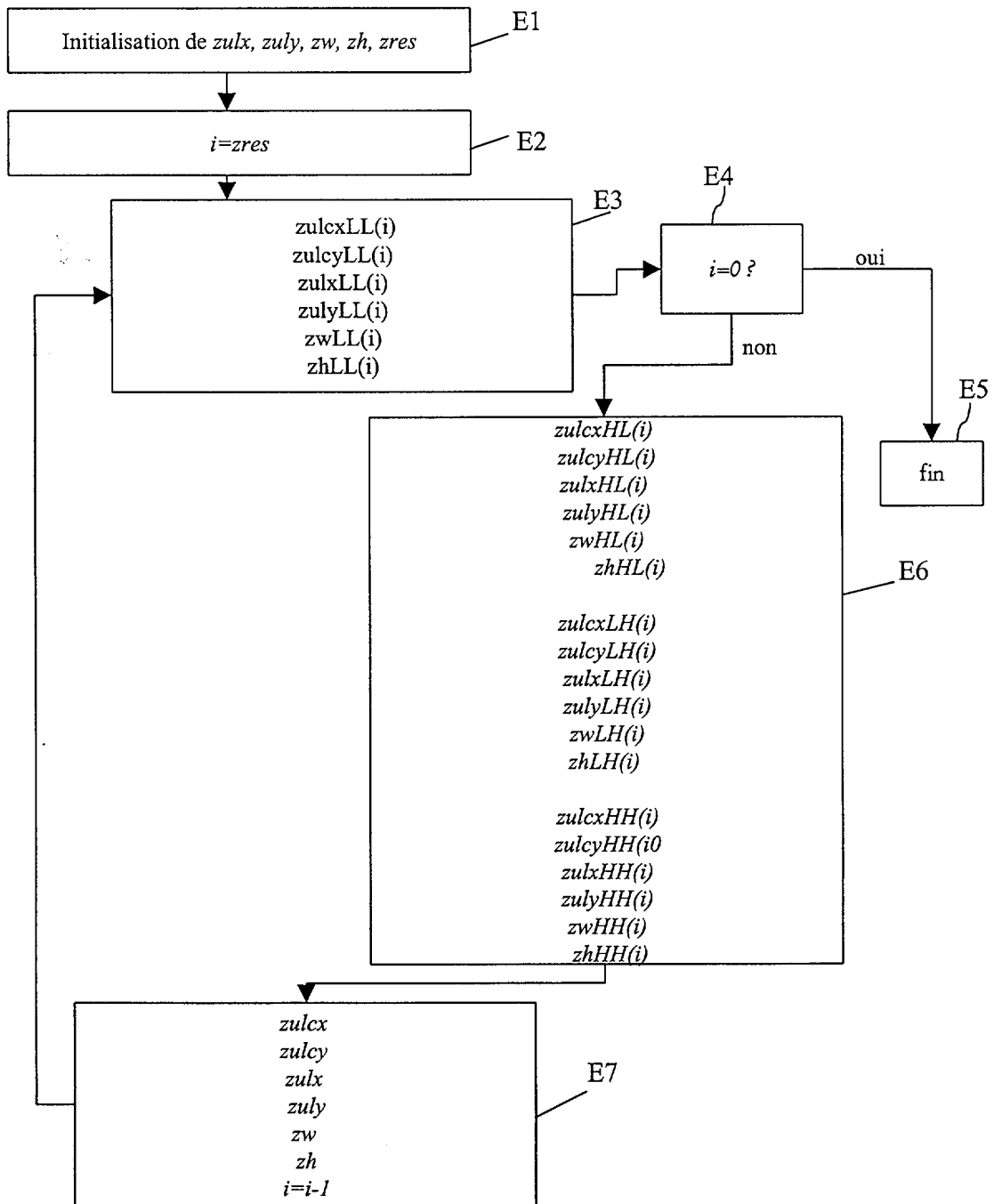


Fig. 10

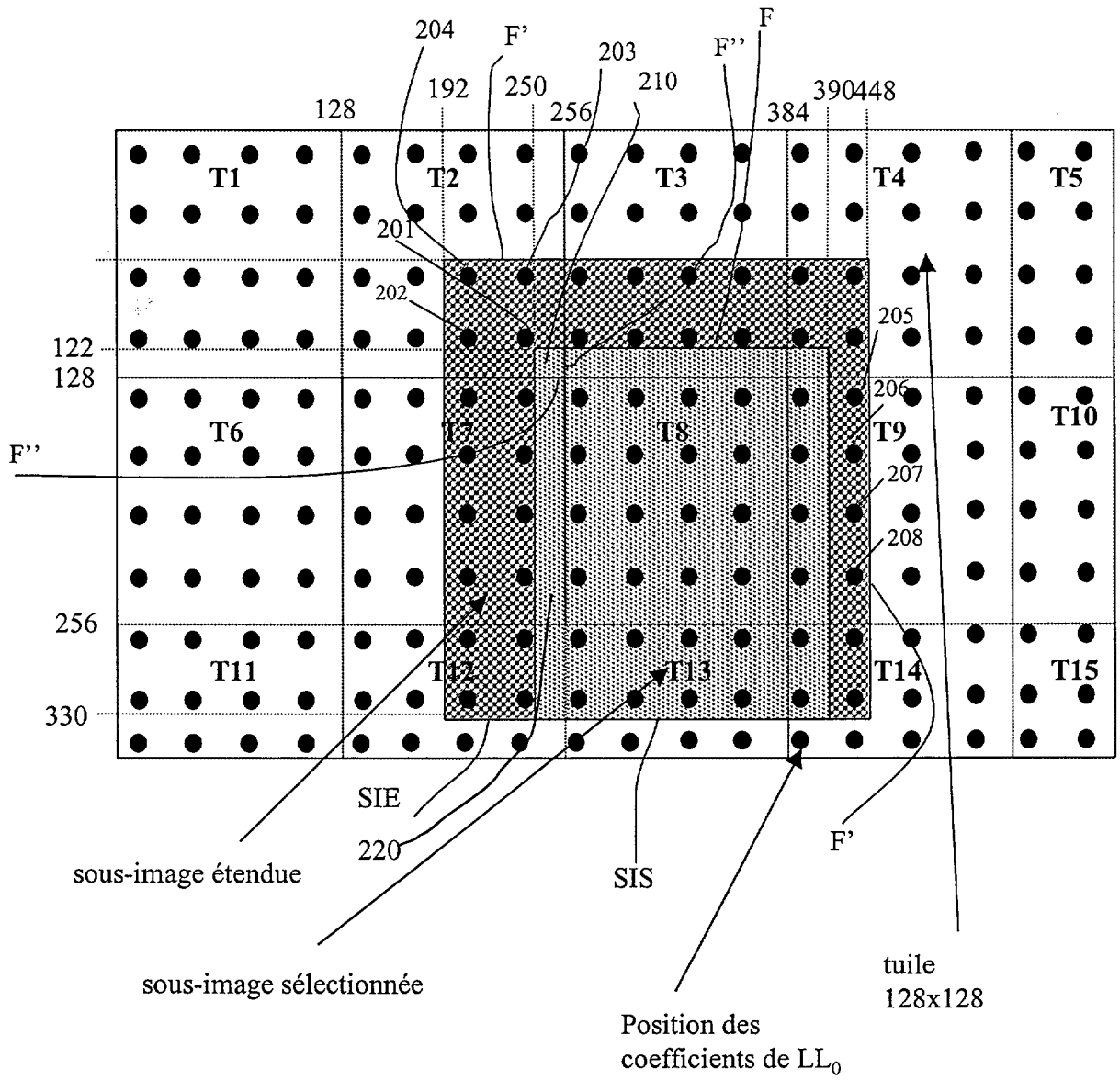
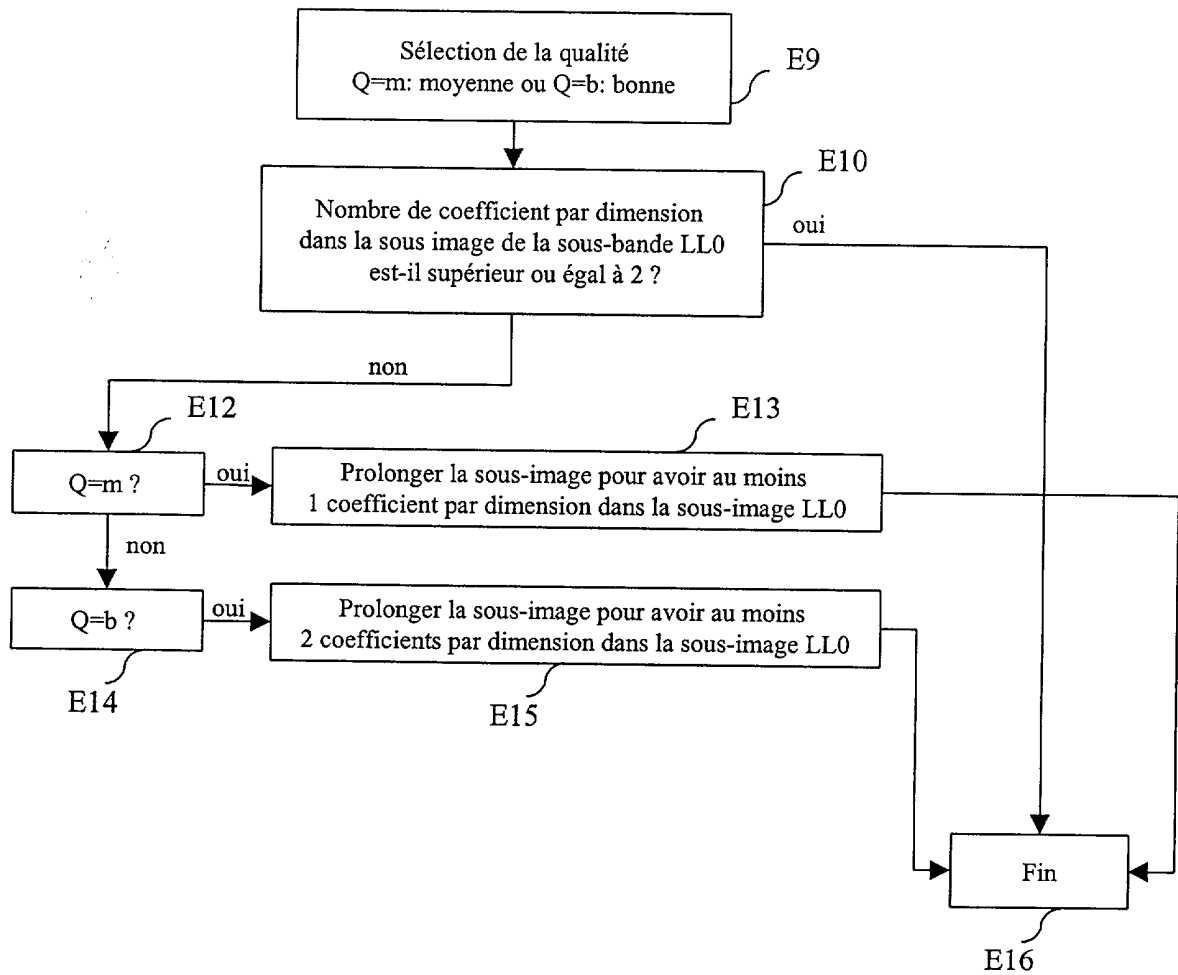


Fig. 11

*Fig. 12*

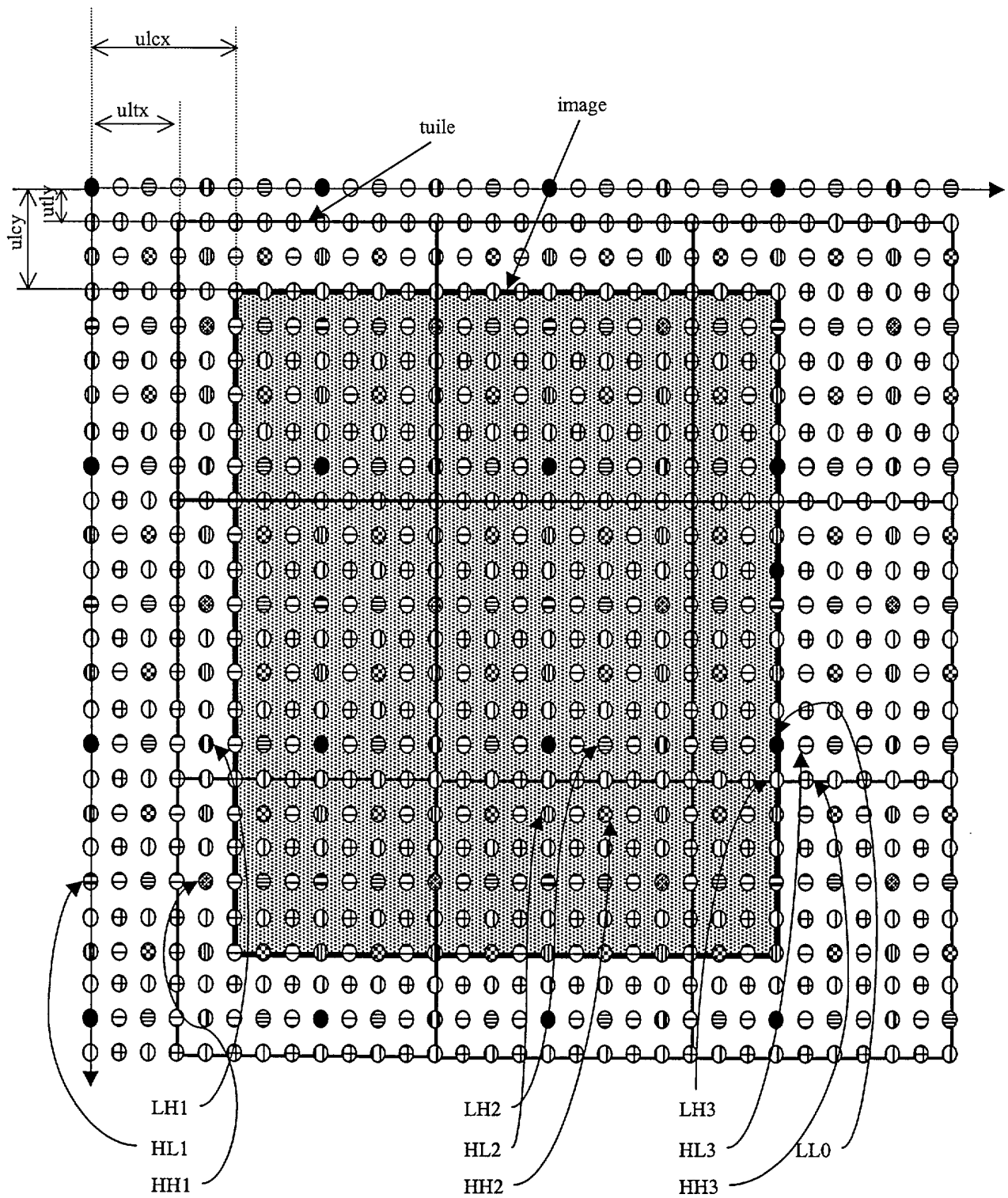


Fig. 13

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

FA 605604
 FR 0107750

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 99 49412 A (ATSUMI EIJI ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP); FARVARDIN NARIMAN (US)) 30 septembre 1999 (1999-09-30) * page 41, ligne 17 - page 42, ligne 24; figure 13 *	1-41	H04N7/50
X	DEHPANDE S ET AL: "HTTP streaming of JPEG2000 images" PROCEEDINGS INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: CODING AND COMPUTING, PROCEEDINGS INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: CODING AND COMPUTING, LAS VEGAS, NV, USA, 2-4 APRIL 2001, pages 15-19, XP002193324 2001, Los Alamitos, CA, USA, IEEE Comput. Soc, USA ISBN: 0-7695-1062-0 * le document en entier *	1,2, 19-22, 39-41	
A	JAO C S ET AL: "THE DISPLAY OF PHOTOGRAPHIC-QUALITY IMAGES ON THE WEB: A COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 3, no. 1, mars 1999 (1999-03), pages 70-73, XP000991575 ISSN: 1089-7771 * figures *	14, 34	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) G06T H04N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 mars 2002		Bouchaâla, N	
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	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0107750 FA 605604**

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 15-03-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9949412 A	30-09-1999	WO 9949413 A1	30-09-1999
		AU 6441398 A	18-10-1999
		AU 9480898 A	18-10-1999
		CN 1291314 T	11-04-2001
		EP 1062625 A1	27-12-2000
		EP 1062623 A1	27-12-2000
		WO 9949412 A1	30-09-1999
