



(51) Classification internationale des brevets :

H04N 19/50 (2014.01) H04N 19/103 (2014.01)
H04N 19/134 (2014.01) H04N 19/463 (2014.01)
H04N 19/115 (2014.01) H04N 19/132 (2014.01)
H04N 19/61 (2014.01) H04N 19/18 (2014.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2015/051587

(22) Date de dépôt international :

16 juin 2015 (16.06.2015)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1456032 27 juin 2014 (27.06.2014) FR

(71) Déposants : B◇COM [FR/FR]; ZAC les Champs Blancs,
13, rue Claude Chappe, F-35510 Cesson Sevigne (FR).
ORANGE [FR/FR]; 78 rue Olivier de Serres, F-75015 Pa-
ris (FR).

(72) Inventeur : HENRY, Félix; 5 rue de la Galerie, F-35760
Saint Gregoire (FR).

(74) Mandataire : ERMENEUX, Bertrand; Avoxa, 5 allée
Ermengarde d'Anjou, ZAC Atalante Champeaux - CS
40824, F-35108 Rennes cedex 3 (FR).

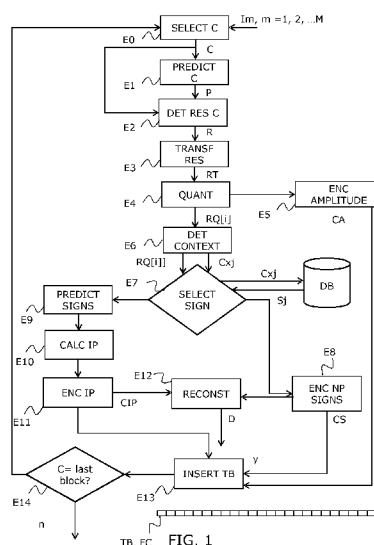
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR ENCODING A DIGITAL IMAGE, AND ASSOCIATED DECODING METHOD, DEVICES AND COMPUTER PROGRAMMES

(54) Titre : PROCÉDÉ DE CODAGE D'UNE IMAGE NUMÉRIQUE, PROCÉDÉ DE DÉCODAGE, DISPOSITIFS, ET PRO-
GRAMMES D'ORDINATEURS ASSOCIÉS



(57) Abstract : The invention concerns a method for encoding a digital image, said image being divided into a plurality of blocks of pixels processed in a defined order, said method comprising the following steps, implemented for a current block: -Predicting (E1) the values of the current block from at least one previously processed block, according to a prediction method chosen from a plurality of possible methods, -Calculating (E2) a residual block by subtracting the predicted values from the original values of the current block, -Obtaining (E3) a transformed residual block by applying a transform to the pixels of the residual block, said residual block comprising coefficients, -Selecting (E7) the signs of the coefficients to predict in the transformed residual block; -Predicting (E9) the selected signs in the current block from encoded neighbouring blocks that have been decoded; -Calculating (E10) a prediction indicator of the selected

[Suite sur la page suivante]



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

signs from the predictions of the selected signs and the original values of same, -Carrying out entropy encoding (E11) of the values of indicators obtained for the predicted signs. According to the invention, the method comprises a step of determining a context of a coefficient of the current residual block from a plurality of predefined contexts, and the sign of a coefficient of the transformed residual block is selected depending on a predefined score associated with the encoding context of said coefficient, said score being representative of a reliability level of the prediction of the sign.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de codage d'une image numérique, ladite image étant divisée en une pluralité de blocs de pixels traités selon un ordre défini, ledit procédé comprenant les étapes suivantes, mises en œuvre pour un bloc courant: -Prédiction (E1) des valeurs du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité selon un mode de prédiction choisi parmi une pluralité de modes possibles, -Calcul (E2) d'un bloc résidu par soustraction des valeurs prédites aux valeurs originales du bloc courant, -Obtention (E3) d'un bloc résidu transformé par application d'une transformée aux pixels du bloc résidu, ledit bloc résidu comprenant des coefficients, -Sélection (E7) des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé; -Prédiction (E9) des signes sélectionnés dans le bloc courant à partir de blocs voisins codés/décodés; -Calcul (E10) d'un indicateur de prédiction des signes sélectionnés à partir des prédictions des signes sélectionnés et de leurs valeurs originales, -Codage entropique (E11) des valeurs d'indicateurs obtenues pour les signes prédits. Selon l'invention, le procédé comprend une étape de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés et le signe d'un coefficient du bloc résidu transformé est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé au contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

PROCÉDÉ DE CODAGE D'UNE IMAGE NUMÉRIQUE, PROCÉDÉ DE DÉCODAGE,
DISPOSITIFS, ET PROGRAMMES D'ORDINATEURS ASSOCIÉS

1. Domaine de l'invention

5 Le domaine de l'invention est celui de la compression de signal, en particulier d'une image numérique ou d'une séquence d'images numériques, dans lequel une prédiction d'une portion du signal à coder est réalisée à partir d'une portion du signal déjà codée.

Le codage/décodage d'images numériques s'applique notamment à des images issues
10 d'au moins une séquence vidéo comprenant :

- des images issues d'une même caméra et se succédant temporellement (codage/décodage de type 2D),
- des images issues de différentes caméras orientées selon des vues différentes (codage/décodage de type 3D),
- 15 - des composantes de texture et de profondeur correspondantes (codage/décodage de type 3D),
- etc.

La présente invention s'applique de manière similaire au codage/décodage d'images de type 2D ou 3D.

20 L'invention peut notamment, mais non exclusivement, s'appliquer au codage vidéo mis en œuvre dans les codeurs vidéo actuels AVC et HEVC et leurs extensions (MVC, 3D-AVC, MV-HEVC, 3D-HEVC, etc), et au décodage correspondant.

L'invention peut s'appliquer aussi au codage audio, par exemple mis en œuvre dans les codeurs audio actuels (EVS, OPUS, MPEG-H, etc) et leurs extensions et au
25 décodage correspondant.

2. Présentation de l'art antérieur

On considère un schéma de compression classique d'une image numérique, selon lequel l'image est divisée en blocs de pixels. Un bloc courant à coder est prédit à partir
30 d'un bloc précédemment codé/décodé. Un bloc résidu est obtenu par soustraction des valeurs originales aux valeurs prédites. Il est ensuite transformé à l'aide d'une transformation de type DCT (pour « Discrete Cosinus Transform », en anglais) ou

ondelettes. Les coefficients transformés sont quantifiés puis leurs amplitudes sont soumises à un codage entropique de type Huffman ou arithmétique. Un tel codage obtient des performances efficaces, car, du fait de la transformation, les valeurs des amplitudes à coder sont en grande majorité nulles.

- 5 En revanche, il ne s'applique pas aux valeurs des signes des coefficients, dont les valeurs + et - sont généralement associées à des probabilités d'apparition équivalentes. Ainsi, les signes des coefficients sont codés par un bit 0 ou 1.

On connaît de l'article de Koyama, J. et al, intitulé « Coefficient sign bit compression in video coding », et publié dans les proceedings de la conférence «Picture Coding Symposium (PCS) », en mai 2012, une méthode de sélection de signes de
10 coefficients d'un bloc résidu à prédire. La sélection proposée est basée sur un nombre de coefficients prédéterminé en fonction de leur amplitude et de la taille du bloc dont ils sont issus. Les signes sélectionnés sont prédits. Les prédictions obtenues sont comparées aux valeurs originales des signes pour déterminer la valeur d'un indicateur de prédiction,
15 appelé aussi résidu d'un signe prédit. Cet indicateur peut prendre deux valeurs, qui sont une première valeur représentative d'une prédiction correcte et une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte. Le reste des signes est codé de façon explicite, sans prédiction.

Un avantage d'une telle sélection est de prédire la valeur d'un signe avec une
20 probabilité de prédiction correcte supérieure à 50%, donc de permettre l'application d'un codage entropique aux valeurs des indicateurs de prédiction. Ce codage entropique code l'information de signe avec un débit moyen inférieur à un bit par signe, et permet ainsi d'augmenter le taux de compression.

25 3. Inconvénients de l'art antérieur

Néanmoins, cette technique présente au moins deux inconvénients majeurs :

- Certains signes dont la probabilité de prédiction correcte est proche de 50 % entrent dans la sélection de coefficients à prédire. Si ceci n'a pas d'impact sur la performance de compression (pas de gain), il y a une augmentation inutile du nombre de calculs à
30 effectuer ;

- Certains coefficients dont la probabilité de prédiction correcte est élevée (supérieure à 50%) ne sont pas retenus dans la sélection de coefficients à prédire. Il y a alors une perte d'efficacité de compression, car ces coefficients pourraient être utilisés pour diminuer encore la taille du signal codé.

5

4. Objectifs de l'invention

L'invention vient améliorer la situation.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

10 Plus précisément, un objectif de l'invention est de proposer une solution qui sélectionne plus efficacement les signes à prédire.

Un autre objectif de l'invention est de proposer une solution qui soit plus performante en compression.

15 5. Exposé de l'invention

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints à l'aide d'un procédé de codage d'une image numérique, ladite image étant divisée en une pluralité de blocs de pixels traités dans un ordre défini, ledit procédé comprenant les étapes suivantes, mises en œuvre pour un bloc courant :

- 20
- Prédiction des valeurs du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité selon un mode de prédiction choisi parmi une pluralité de modes prédéterminés,
 - Calcul d'un bloc résidu par soustraction des valeurs prédites aux valeurs originales du bloc courant,
- 25
- Obtention d'un bloc résidu transformé par application d'une transformée à des pixels du bloc résidu, ledit bloc résidu transformé comprenant des coefficients,
 - Sélection des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé ;
 - Prédiction des signes sélectionnés;

- Calcul d'un indicateur de prédiction des signes sélectionnés à partir des prédictions des signes sélectionnés et de leurs valeurs originales, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :
 - une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;
- Codage entropique des valeurs d'indicateurs obtenues pour les signes prédits.

5

10

15

Selon l'invention, le procédé comprend une étape de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins la taille du bloc, l'amplitude du coefficient, la fréquence du coefficient et le mode de prédiction du bloc courant, et le signe d'un coefficient d'un bloc courant à prédire est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé au contexte de codage du coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

20

Ainsi, l'invention repose sur une approche tout à fait nouvelle et inventive du codage d'images, qui consiste à prédire la valeur des signes des coefficients d'un bloc résidu, lorsque leur prédiction est considérée comme suffisamment fiable. Pour ce faire, un coefficient est associé à un contexte de codage pour lequel on a préalablement établi des valeurs de scores représentatives d'un niveau de fiabilité.

25

Contrairement à l'art antérieur qui sélectionne un nombre prédéterminé de signes à prédire en fonction de l'amplitude de leur coefficient et de la taille du bloc dont ils sont issus, l'invention base sa sélection sur une fiabilité préétablie de la prédiction de signes dans un contexte de codage particulier.

Un contexte de codage d'un coefficient peut être défini par un ensemble de caractéristiques de codage du coefficient et du bloc auquel il appartient. On comprend que la fiabilité de la prédiction du signe varie en fonction de telles caractéristiques.

Avec l'invention, on définit ainsi une pluralité de contextes, associés à des niveaux de fiabilité distincts les uns des autres.

30

Les caractéristiques prises en compte pour définir le contexte de codage du coefficient correspondent à celles pour lesquelles on a pu observer un impact sur la fiabilité du résultat de prédiction. Par exemple, il a été constaté que les prédictions de signes étaient

plus fiables pour un bloc de grande taille (par exemple, 16x16 ou 32x32 pixels) que pour un bloc de petite taille (par exemple 4x4 ou 8x8 pixels). De même, la prédiction d'un signe est plus fiable pour un coefficient de fréquence faible que de fréquence élevée.

5 L'invention permet ainsi de résoudre le problème technique du coût du codage de signes des coefficients d'un bloc résidu dans un schéma de codage d'une image numérique. En effet, avec l'invention, on s'assure au préalable que les valeurs des indicateurs de prédiction des signes prédits qui sont effectivement codées dans le train binaire prendront la valeur représentative d'une prédiction correcte dans la grande
10 majorité des cas, afin de procurer un contexte favorable au codage entropique et donc garantir une performance de compression accrue.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le score est prédéterminé au cours d'une étape préalable d'estimation d'une probabilité de prédiction correcte du signe
15 dans le contexte du coefficient.

Ainsi, le score correspond à la valeur exacte de probabilité de prédiction correcte, ce qui assure un niveau de performance maximal de la compression.

Par exemple, ces probabilités sont construites pour un contexte de codage du coefficient prédéterminé, avant l'encodage et le décodage, soit par accumulation statistique sur un
20 ensemble de signaux représentatifs des signaux à coder, soit par calcul mathématique à partir d'hypothèses sur la distribution des signes des coefficients.

Selon un autre aspect de l'invention, le signe d'un coefficient quantifié est sélectionné lorsque ledit score est supérieur à un seuil prédéterminé.

25 Plus le score est élevé, plus la prédiction du signe du coefficient peut être considérée comme fiable. La sélection se fait par comparaison du score du coefficient à un seuil et le signe du coefficient est sélectionné, lorsque que le score du coefficient est supérieur à ce seuil.

Un avantage d'une telle solution est qu'elle est simple et économe en ressources de
30 calculs.

Selon un autre aspect de l'invention, le score peut prendre des valeurs binaires, une première valeur étant représentative d'un signe à prédire, une deuxième valeur étant représentative d'un signe à ne pas prédire.

5 Dans ce mode de réalisation, le score est binaire. Les signes sélectionnés sont ceux associés à un score représentatif d'un niveau de fiabilité considéré comme suffisant. Ceci permet de réduire la complexité de la méthode, car il n'y a plus de comparaison du score avec un seuil pré-établi, dans la mesure où le score lui-même est indicateur de la sélection ou non-sélection d'un signe donné.

Selon encore un autre aspect de l'invention, la valeur du seuil est prédéterminée.

10 La valeur du seuil est fixée. Elle est connue du codeur et du décodeur. Par exemple, elle est déterminée empiriquement par analyse statistique des performances du codage entropique appliqué aux signes prédits sur un ensemble représentatif d'échantillons.

Un avantage de cette solution est qu'elle est simple et facile à mettre en œuvre.

15 Selon encore un autre aspect de l'invention, la valeur du seuil est adaptée en cours de codage en fonction de caractéristiques du codage.

La valeur du seuil peut varier en cours de codage en fonction des caractéristiques du signal ou de l'unité qui réalise l'encodage.

20 Un avantage de cette solution est qu'elle permet d'optimiser les performances du codage entropique au cours du temps.

Selon une première variante, la valeur du seuil est calculée par le codeur et transmise au décodeur dans le train binaire.

Selon une deuxième variante, la valeur du seuil est calculée de façon similaire par le codeur et le décodeur.

25

Selon encore un autre aspect de l'invention, l'étape de codage entropique de la valeur d'indicateur de prédiction du signe d'un coefficient prend en compte le score prédéterminé associé au contexte de codage du coefficient.

De cette manière, on tire au mieux parti de la connaissance a priori du niveau de fiabilité

de la prédiction des signes du bloc courant et on améliore les performances de compression.

Le procédé qui vient d'être décrit dans ses différents modes de réalisation est
5 avantageusement mis en œuvre par un dispositif de décodage d'une image numérique selon l'invention. Un tel dispositif comprend les unités suivantes :

- Prédiction des valeurs du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité selon un mode de prédiction choisi parmi une pluralité de modes prédéterminés,
- 10 - Calcul d'un bloc résidu par soustraction des valeurs prédites aux valeurs originales du bloc courant,
- Obtention d'un bloc résidu transformé par application d'une transformée à des pixels du bloc résidu, ledit bloc résidu transformé comprenant des coefficients,
- Sélection des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé ;
- 15 - Prédiction des signes sélectionnés;
- Calcul d'un indicateur de prédiction des signes sélectionnés à partir des prédictions des signes sélectionnés et de leurs valeurs originales, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :
 - o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - 20 o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;
- Codage entropique des valeurs d'indicateurs obtenues pour les signes prédits.

Ledit dispositif est particulier en ce qu'il comprend une unité de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe
25 comprenant au moins la taille du bloc, l'amplitude du coefficient, la fréquence du coefficient et le mode de prédiction du bloc courant, et en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu courant est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé à un contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

Corrélativement, l'invention concerne aussi un procédé de décodage d'une image

numérique. Un tel procédé comprend les étapes suivantes :

- Prédiction du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité et d'informations relatives à un mode de prédiction du bloc courant;
- Décodage entropique des amplitudes codées des coefficients d'un bloc résidu transformé, extraites du train binaire;
- Sélection des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé;
- Prédiction des valeurs des signes sélectionnés ;
- Décodage de valeurs d'indicateurs de prédiction des signes sélectionnés à partir de données codées extraites du train binaire, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :
 - o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;
- Calcul des valeurs décodées des signes sélectionnés à partir des valeurs d'indicateurs de prédiction décodées;
- Reconstruction des coefficients du bloc résidu à partir des amplitudes décodées, et des signes décodés.

Selon l'invention, ledit procédé est particulier en ce qu'il comprend une étape de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins la taille du bloc, l'amplitude du coefficient, la fréquence du coefficient et le mode de prédiction du bloc courant, et en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu courant est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé à un contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

On notera que l'étape de sélection des signes à prédire est mise en œuvre de façon similaire dans le procédé de codage et dans le procédé de décodage. Il en résulte que les différents modes ou caractéristiques de réalisation du procédé de codage précités peuvent être ajoutés indépendamment ou en combinaison les uns avec les autres, aux étapes du procédé de décodage tel que défini ci-dessus.

En particulier, selon un aspect de l'invention, le score est prédéterminé au cours d'une étape préalable d'estimation d'une probabilité de prédiction correcte du signe dans le contexte du coefficient.

5 Selon un autre aspect de l'invention, le signe d'un coefficient est sélectionné lorsque ledit score est supérieur à un seuil prédéterminé.

Selon encore un autre aspect de l'invention, le score peut prendre des valeurs binaires, une première valeur étant représentative d'une prédiction correcte du signe du coefficient quantifié, une deuxième valeur étant représentative d'une prédiction incorrecte du signe du coefficient quantifié.

10 Selon encore un autre aspect, la valeur du seuil est prédéterminée.

Selon encore un autre aspect de l'invention, la valeur du seuil est adaptée en cours de décodage en fonction de caractéristiques du codage.

15 Selon encore un autre aspect, l'étape de décodage entropique de la valeur d'indicateur de prédiction du signe d'un coefficient prend en compte le score prédéterminé associé au contexte de codage du coefficient.

Le procédé de décodage qui vient d'être décrit est avantageusement mis en œuvre par un dispositif de décodage d'une image numérique selon l'invention.

20 Un tel dispositif est particulier en ce qu'il comprend les unités suivantes :

- Prédiction du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité et d'informations relatives à un mode de prédiction du bloc courant;
- Décodage entropique des amplitudes codées des coefficients d'un bloc résidu transformé extraites du train binaire;
- 25 - Sélection des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé;
- Prédiction des valeurs des signes sélectionnés;

- Décodage de valeurs d'indicateurs de prédiction des signes sélectionnés à partir de données codées extraites du train binaire, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :
 - o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - 5 o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ; et
- Calcul des valeurs décodées des signes sélectionnés à partir des valeurs d'indicateurs de prédiction décodées;

Selon l'invention, le dispositif de décodage est particulier en ce qu'il comprend une unité de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité
10 de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins la taille du bloc, l'amplitude du coefficient, la fréquence du coefficient et le mode de prédiction du bloc courant, et en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu courant est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé à un contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de
15 fiabilité de la prédiction du signe.

Corrélativement, l'invention concerne un terminal d'utilisateur.

Un tel terminal est particulier en ce qu'il comprend un dispositif de codage d'une image numérique et un dispositif de décodage d'une image numérique selon l'invention.

20 L'invention concerne encore un programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre des étapes d'un procédé de codage d'une image numérique tel que décrit précédemment, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comportant des instructions
25 pour la mise en œuvre des étapes d'un procédé de décodage d'une image numérique tel que décrit précédemment, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

Ces programmes peuvent utiliser n'importe quel langage de programmation. Ils peuvent être téléchargés depuis un réseau de communication et/ou enregistrés sur un support lisible par ordinateur.

L'invention se rapporte enfin à des supports d'enregistrement, lisibles par un processeur, intégrés ou non au dispositif de codage d'une image numérique et au dispositif de décodage d'une image numérique selon l'invention, éventuellement amovible, mémorisant respectivement un programme d'ordinateur mettant en œuvre un procédé de codage et un programme d'ordinateur mettant en œuvre un procédé de décodage, tels que décrits précédemment.

6. Liste des figures

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure **1** présente de façon schématique les étapes du procédé de codage d'une image numérique selon un exemple de réalisation de l'invention ;
- la figure **2** présente de façon schématique un bloc courant décodé d'une image numérique décodée;
- la figure **3** présente de façon schématique les étapes du procédé de décodage d'une image numérique selon un exemple de réalisation de l'invention ;
- la figure **4** présente un exemple de structure simplifiée d'un dispositif de codage d'une image numérique et d'un dispositif de décodage d'une image numérique selon un mode de réalisation de l'invention.

7. Description d'un mode de réalisation particulier de l'invention

Le principe général de l'invention repose sur la sélection des signes de coefficients à prédire en fonction d'un score prédéterminé représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe pour un contexte de codage associé au coefficient.

En relation avec la Figure **1**, on considère une vidéo originale constituée d'une suite de M images I1, I2, ...IM, avec M entier non nul. Les images sont encodées par un encodeur, les données codées sont insérées un train binaire TB transmis à un décodeur via un réseau de communication, ou un fichier compressé FC, destiné à être stocké sur

un disque dur par exemple. Le décodeur extrait les données codées, puis reçues et décodées par un décodeur dans un ordre prédéfini connu de l'encodeur et du décodeur, par exemple dans l'ordre temporel I1, puis I2, ..., puis IM, cet ordre pouvant différer suivant le mode de réalisation.

5 Lors de l'encodage d'une image I_m , avec m entier compris entre 1 et M , celle-ci est subdivisée en blocs de taille maximale qui peuvent à leur tour être subdivisés en blocs plus petits. Chaque bloc va subir une opération d'encodage ou de décodage consistant en une suite d'opérations, comprenant de manière non exhaustive une prédiction, un calcul de résidu, une transformation, une quantification et un codage
10 entropique. Cette suite d'opérations sera détaillée par la suite.

Au cours d'une étape E0 on sélectionne comme bloc courant C le premier bloc à traiter. Par exemple, il s'agit du premier bloc (dans l'ordre lexicographique). Ce bloc comporte $N \times N$ pixels.

On suppose qu'il existe L découpes en blocs possibles numérotées de 1 à L , et que
15 la découpe utilisée sur le bloc C est la découpe numéro l . Par exemple, il peut y avoir 4 découpes possibles, en blocs de taille 4×4 , 8×8 , 16×16 , et 32×32 .

Par ailleurs, on notera ID l'image courante décodée. On notera que, dans un codeur vidéo, l'image ID est (re)construite dans le codeur de façon à pouvoir servir pour prédire les autres pixels de la vidéo.

20 Au cours d'une étape E1, on détermine une prédiction P du bloc original C . Il s'agit d'un bloc de prédiction construit par des moyens connus, typiquement par compensation de mouvement (bloc issu d'une image de référence précédemment décodée), ou par prédiction intra (bloc construit à partir des pixels décodés immédiatement adjacents au bloc courant dans l'image ID). Les informations de prédiction liées à P sont codées dans
25 le train binaire TB ou fichier compressé FC . On suppose ici qu'il y a K modes de prédiction possibles $m_1, m_2, \dots, m_K$, avec K entier non nul, et que le mode de prédiction choisi pour le bloc C est le mode m_k .

Au cours d'une étape E2, un résidu original R est formé, par soustraction $R = C - P$ de la prédiction P du bloc courant C au bloc courant C .

30 Au cours d'une étape E3, le résidu R est transformé en un bloc résidu transformé, appelé RT , par une transformée de type DCT ou transformée en ondelettes, toutes les

deux connues de l'homme de métier et notamment mises en œuvre dans les normes JPEG pour la DCT et JPEG2000 pour la transformée en ondelettes.

En E4, le résidu transformé RT est quantifié par des moyens classiques de quantification, par exemple scalaire ou vectorielle, en un bloc résidu quantifié RQ. Ce
5 bloc quantifié RQ contient $N \times N$ coefficients. De façon connue dans l'état de l'art, ces coefficients sont scannés dans un ordre prédéterminés de façon à constituer un vecteur monodimensionnel $RQ[i]$, où l'indice i varie de 0 à N^2-1 . L'indice i est appelé fréquence du coefficient $RQ[i]$. Classiquement, on scanne ces coefficients par ordre croissant de fréquence, par exemple selon un parcours en zigzag, qui est connu de la norme de
10 codage d'image fixes JPEG.

Lors d'une étape E5, on vient coder les informations d'amplitude des coefficients du bloc résidu RQ par codage entropique, par exemple selon une technique de codage de Huffman ou de codage arithmétique. Par amplitude, on entend ici la valeur absolue du coefficient. Des moyens de codage des amplitudes sont par exemple décrits dans la
15 norme HEVC et dans l'article de Sole *et al*, intitulé « Transform Coefficient Coding in HEVC », publié dans la revue IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Volume 22, Issue: 12, pp. 1765 – 1777, en décembre 2012. Classiquement, on peut coder pour chaque coefficient une information représentative du fait que le coefficient est non nul. Ensuite, pour chaque coefficient non nul, une ou plusieurs
20 informations relatives à l'amplitude sont codées. On obtient les amplitudes codées CA.

Au cours d'une étape E6, on associe à chaque coefficient du bloc RQ un contexte C_{xj} parmi une pluralité J de contextes prédéterminés, avec J entier non nul. Un tel contexte est défini par au moins une caractéristique de codage du coefficient ou du bloc dont il est issu.

25 De façon avantageuse, on considère les caractéristiques suivantes :

- la taille du bloc RQ,
- l'amplitude du coefficient quantifié $RQ[i]$,
- la fréquence du coefficient ou indice i dans le bloc RQ,
- le mode de prédiction du bloc courant m_k parmi les K modes possibles.

30 En effet, la prédiction du signe est d'autant plus fiable que l'amplitude est élevée. De même, il a été constaté que lorsque le bloc est de taille plus grande, la fréquence du coefficient plus faible, la prédiction est plus fiable. Enfin, il a été constaté que la

prédiction est plus fiable lorsque le bloc courant est associé à une prédiction intra d'un certain type.

De façon alternative, d'autres contextes sont envisageables. Ainsi, il est possible de tenir compte du type d'image dans lequel se trouve le bloc courant, par exemple du type Intra ou Inter, connu de la norme HEVC, en fonction de l'énergie du prédicteur P, ou encore en fonction du nombre total de coefficients non nuls dans le bloc courant.

Au cours d'une étape E7, on sélectionne les signes des coefficients du bloc RQ à prédire, en fonction d'un score prédéterminé S_j , avec j entier compris entre 1 et J , pour le contexte C_{xj} associé au coefficient $RQ[i]$ considéré.

Un tel score S_j est représentatif d'un niveau de fiabilité du signe du coefficient $RQ[i]$.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le score S_j prend des valeurs dans un ensemble prédéterminé, par exemple de 0 à 10.

Selon un deuxième mode de réalisation, le score est une simple indication binaire, dont l'une des deux valeurs indique que le signe sera prédit, et l'autre que le signe ne sera pas prédit.

Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, les scores S_j correspondent à des probabilités connues a priori, dépendantes du contexte C_{xj} associé au coefficient $RQ[i]$. On dispose, dans l'encodeur, d'un ensemble de probabilités de détection correcte des signes des coefficients RQ. Par exemple cet ensemble de probabilités est stocké en mémoire.

Ces probabilités ont été construites avant l'encodage et le décodage, soit par accumulation statistique sur un ensemble de signaux représentatifs des signaux à coder, soit par calcul mathématique à partir d'hypothèses sur la distribution des signes des coefficients. Pour un coefficient $RQ[i]$ associé au contexte C_{xj} , on peut donc obtenir le score $S_j[i]$ en calculant la probabilité $p[l][mk][i][RQ[i]]$ de prédiction correcte du signe du coefficient $RQ[i]$.

Avantageusement, les signes à prédire sont sélectionnés par seuillage des scores auxquels ils sont associés. Ainsi, pour chaque coefficient $RQ[i]$ qui a un signe (c'est-à-dire, qui n'est pas nul) et qui est associé à un contexte C_{xj} de score S_j , on prédit le signe si et seulement si $S_j > T$, où T est un seuil prédéterminé, par exemple égal à 0,7. Par exemple, le seuil T est connu du codeur et du décodeur.

Selon une variante, le seuil T peut être choisi en cours de codage et inscrit dans le fichier compressé ou dans le train binaire comprenant les données codées représentatives de l'image numérique Im. Par exemple, si l'unité qui effectue l'encodage ne dispose pas d'assez de ressources de calcul à un moment donné, il lui est possible d'augmenter ce seuil T de façon à prédire moins de signes, et donc mettre en oeuvre moins de calculs.

Il serait également possible de faire varier le seuil T en fonction du contenu des images à coder : une image comportant beaucoup de contenu, tel que des variations de luminosité importantes ou des mouvements nombreux utiliserait un seuil élevé, et une image comportant peu de contenu tel que des variations de luminosité faibles ou mouvements peu nombreux, utiliserait un seuil T plus bas, de façon à lisser la complexité ou la mémoire nécessaire au codage de chaque image.

Dans l'exemple de réalisation de l'invention de la figure 1, les étapes E6 et E7 de détermination du contexte des coefficients et la sélection des signes à prédire s'appuient sur les valeurs des coefficients quantifiés du bloc résidu transformé. On notera que l'invention ne se limite pas à ce cas particulier, ces étapes pouvant aussi être mises en oeuvre avant celle de quantification des coefficients du bloc résidu.

Au cours d'une étape E8, l'ensemble des signes de RQ qui ne sont pas prédits sont codés de façon classique. Il est connu notamment de la norme HEVC, en particulier de l'article de Sole *et al.*, déjà cité, le fait de transmettre chaque signe sous forme d'un élément binaire 0 ou 1, avec une convention associant l'un au signe plus et l'autre au signe moins.

Au cours d'une étape E9, on prédit les signes sélectionnés comme « à prédire » dans le bloc RQ. Ceci est effectué par des moyens connus de l'homme de métier, par exemple selon la technique décrite dans l'article de Ponomarenko *et al.*, intitulé « Prediction of signs of DCT coefficients in block-based lossy image compression », publié dans les Proceedings de la Conférence SPIE 6497, Image Processing: Algorithms and Systems V, 64970L, en février 2007.

Dans un mode de réalisation de l'invention, on construit autant de blocs décodés que de combinatoires des signes à prédire. Chaque version décodée utilise une combinaison différente des signes à prédire. Par exemple, supposons que le bloc RQ soit égal à $\{+8, +7, 0, -6, -3, 0, 0, 2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$. Supposons également que les signes à

prédire soient ceux des 1^{er} et 4^{ème} coefficients (d'amplitude 8 et 6 respectivement). On connaît déjà les signes des 2^{ème}, 5^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} coefficients, qui n'étaient pas à prédire. Dans notre exemple, il y a deux signes à prédire, qui peuvent prendre les valeurs {+,+}, {+,-}, {-,+} et {-,-}. On va donc construire 4 blocs virtuels RQVs

5 suivants :

$$RQV0 = \{ +8, +7, 0, +6, -3, 0, 0, 2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \}$$

$$RQV1 = \{ +8, +7, 0, -6, -3, 0, 0, 2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \}$$

$$RQV2 = \{ -8, +7, 0, +6, -3, 0, 0, 2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \}$$

$$RQV3 = \{ -8, +7, 0, -6, -3, 0, 0, 2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \}$$

10 On décode ensuite chaque bloc RQVs avec les moyens classiques de déquantification et de transformée inverse, leur ajoute le bloc prédit P, pour produire S blocs décodés virtuels BDVs. La vraisemblance de chacun de ces blocs est testée avec un critère de vraisemblance. Est retenue la combinaison de signes correspondant au bloc décodé virtuel qui maximise le critère de vraisemblance.

15 Avantageusement, le critère de vraisemblance utilisé est la minimisation de l'erreur quadratique le long de la frontière entre le bloc décodé virtuel et les pixels précédemment décodés.

En relation avec la Figure 2, on a représenté une image décodée ID et un bloc
20 décodé virtuel DVs de taille NxN pixels de cette image, où DVs(n,m) est la valeur du pixel du bloc DVs situé sur la n^{ème} ligne et la m^{ème} colonne du bloc. La ligne brisée F représente la frontière entre le bloc virtuel décodée et le reste de l'image (précédemment décodé). ID(k,l) est la valeur du pixel de ID situé sur la k^{ème} ligne et la l^{ème} colonne de l'image, et (lin,col) sont les coordonnées du bloc DVs (coordonnées du pixel en haut à
25 gauche de DVS) dans l'image ID. On considère un opérateur « Side Matching » SM($\mathfrak{I}, B$), avec $\mathfrak{I}$ image courante et B bloc courant, défini comme suit :

$$SM(\mathfrak{I}, B) = \sum_{a=0}^{N-1} (B(0, a) - \mathfrak{I}(lin - 1, col + a))^2 + \sum_{a=0}^{N-1} (B(a, 0) - \mathfrak{I}(lin + a, col - 1))^2$$

Sur la figure 2, ceci revient à former la somme $(x_1-y_1)^2 + (x_2-y_2)^2 + (x_3-y_3)^2 + (x_4-y_4)^2 + (x_5-y_4)^2 + (x_6-y_5)^2 + (x_7-y_6)^2 + (x_8-y_7)^2$.

Nous allons déterminer le bloc décodé virtuel optimal DV_{opt} qui minimise cette mesure :

$$DV_{opt} = \underset{DV_s}{\operatorname{argmin}} SM(ID, DV_s)$$

où ID représente l'image reconstruite après décodage.

- 5 Alternativement, le critère de vraisemblance utilisé est la minimisation de l'erreur avec le prédicteur P. Cela consiste à sélectionner le bloc décodé virtuel qui minimise l'erreur avec le prédicteur P.

Le résidu virtuel associé au bloc décodé virtuel optimal est ainsi identifié. Supposons par exemple que $DV_{opt} = DV_3$, le bloc virtuel associé est alors RQV3. On
10 considère alors les signes affectés au résidu virtuel identifié, dans notre exemple $\{-, -\}$. Ces signes deviennent la prédiction des signes : la prédiction du signe associé au 1^{er} coefficient est - et la prédiction associée au signe du 4^{ème} coefficient est également -.

Au cours d'une étape E10, on calcule pour chaque signe à prédire une information représentative de la différence entre la prédiction du signe et la valeur réelle du signe,
15 appelée indicateur de prédiction IP ou résidu du signe.

Ainsi, dans l'exemple précédent, la prédiction de signe est $\{-, -\}$ tandis que les vrais signes sont $\{+, -\}$.

Par convention, l'indicateur de prédiction IP est mis à 1 lorsque la prédiction est correcte et à 0 lorsque la prédiction est incorrecte.

20

Au cours d'une étape E11, les valeurs de l'indicateur de prédiction IP pour chaque signe à prédire sont codées par une technique de codage entropique connue, telle que par exemple un codage de Huffman, codage arithmétique ou encore codage CABAC tel qu'utilisé dans la norme HEVC. On obtient une valeur CIP de l'indicateur de prédiction
25 codé.

Selon l'invention, du fait que seuls sont prédits les signes qui sont associés à un score représentatif d'un niveau de fiabilité suffisant, l'indicateur de prédiction prend plus souvent la valeur 1 que la valeur 0. Ceci est mis à profit par le codage entropique pour réduire la taille du signal compressé.

Avantageusement, le codage entropique tient compte du score S_j associé au signe prédit pour coder l'indicateur IP. Par exemple, dans le mode de réalisation de l'invention selon lequel le score a une valeur comprise entre 0 (faible fiabilité de la prédiction) et 10 (haute fiabilité de la prédiction), le codage entropique des indicateurs est paramétré en
5 tenant compte du score, de façon à exploiter la répartition plus ou moins uniforme des indicateurs. Par exemple, on utilise un codage entropique de type CABAC, connu de la norme HEVC, en initialisant les probabilités utilisées dans CABAC en fonction des scores prédéterminés.

10 Au cours d'une étape E12, on construit le bloc décodé D correspondant au bloc RQ, en appliquant au résidu quantifié RQ les étapes de déquantification et de transformée inverse (connues en soi). On obtient un bloc résidu décodé RD. On ajoute à RD le bloc prédicteur P pour obtenir le bloc décodé D.

Au cours de cette étape on vient également ajouter le bloc décodé D à l'image reconstruite ID. Ceci permet de disposer dans le codeur d'une version décodée de l'image
15 courante. Cette version décodée est utilisée dans notamment au cours de l'étape de construction d'une prédiction des signes sélectionnés pour être prédits.

Au cours d'une étape E13 les données codées, c'est-à-dire les amplitudes des coefficients CA, les signes non prédits codés CS, les indicateurs des signes prédits CIP sont insérés dans le train binaire TB ou dans le fichier compressé FC.

20 Au cours d'une étape E14, on vient tester si le bloc courant C est le dernier bloc à traiter par l'unité de codage, compte tenu de l'ordre de parcours défini précédemment. Si oui, l'unité de codage a terminé son traitement. Si non, l'étape suivante est l'étape de sélection du bloc suivant E0. Ce bloc devient le bloc courant à traiter, et l'étape suivante est l'étape de prédiction E1.

25 Dans un exemple de réalisation de l'invention, le contexte C_{xj} dépend de la taille de blocs l (parmi 4 tailles possibles, comme décrit précédemment), du mode de prédiction intra mk parmi 35 modes de prédiction possibles (tels que décrits dans la norme HEVC évoquée précédemment), de la fréquence i (parmi 16, 64, 256 ou 1024
30 fréquences possibles, en fonction de la taille des blocs), et de l'amplitude $|RQ[i]|$ (qui peut prendre 256 valeurs possibles lorsqu'elle est codée sur 8 bits). Dans cet exemple, le nombre J de contextes utilisés est égal à $35 \times (16 + 64 + 256 + 1024) \times 256 = 12185600$.

Un examen préalable sur des séquences vidéo typiques permet de calculer une probabilité de détection correcte du signe pour chacun des contextes C_{xj} . Cette probabilité est le score S_j associé à chaque contexte C_{xj} , ce qui permet de sélectionner les signes à prédire à partir d'un seuil de 0.7, comme décrit précédemment. Ainsi, un gain en compression de 1 à 2 % est observé par rapport à l'état de l'art.

En relation avec la Figure 3, on présente maintenant les étapes du procédé de décodage d'une image numérique codée selon un exemple de réalisation de l'invention.

On considère un train de bits TB ou un fichier compressé FC produit par le procédé de codage selon l'invention qui vient d'être décrit. L'un ou l'autre encode une vidéo composée d'une suite de M images numériques Im , avec M entier non nul et m entier compris entre 1 et M. Une image Im est subdivisée en blocs de taille $N \times N$, avec N entier non nul et par exemple égal à 4, 8, 16 ou 32 pixels.

Le procédé de décodage selon l'invention comprend une étape D0 de sélection d'un premier bloc à décoder D' , qui est identique à l'étape E0 de sélection d'un premier bloc à coder présentée en relation avec la Figure 1.

Au cours d'une étape D1, on détermine une prédiction P' du bloc à décoder D' . Les informations de prédiction liées à P' sont lues dans le train de bits ou le fichier compressé et sont décodées. Ces informations de prédiction comprennent un mode de prédiction mk du bloc à décoder C' courant.

Selon une variante, le mode de prédiction peut au contraire être totalement inféré.

Au cours d'une étape D2, les informations d'amplitude d'un bloc résidu quantifié RQ' correspondant au bloc à décoder D' sont lues dans le train binaire ou le fichier compressé puis décodées. A l'issue de cette étape, on connaît donc les amplitudes des coefficients du bloc résidu quantifié $RQ'[i]$, avec i entier compris entre 1 et $N \times N$, mais pas encore les signes.

Au cours d'une étape D3, on détermine les contextes de codage C_{xj}' des coefficients du bloc résidu quantifié RQ' parmi une pluralité de contextes prédéterminés. Cette étape est identique à celle du procédé de codage.

Au cours d'une étape D4, on sélectionne les signes des coefficients $RQ'[i]$ à prédire. Cette étape est identique à celle mise en œuvre au codage. Elle associe à chaque coefficient

RQ'[i] le contexte de codage Cxj' précédemment déterminé et s'appuie sur un score prédéterminé Sj' représentatif d'un niveau de fiabilité d'une prédiction du signe pour le contexte Cxj' de coefficient considéré.

5 Au cours d'une étape D5, on décode les signes non prédits avec des moyens adaptés à ceux utilisés lors du codage. Typiquement, le décodage mis en œuvre est binaire, par exemple entropique ou de Huffman. On obtient les signes décodés non prédits NPS'.

10 Au cours d'une étape D6, on prédit les signes des coefficients sélectionnés. Cette étape est identique à celle mise en œuvre au codage. On obtient donc une liste de blocs résidus virtuels RQV', similaire à celle des blocs résidus RQV obtenue au codeur. On décode ensuite chaque bloc RQV' avec les moyens classiques de déquantification et transformée inverse, leur ajoute le bloc prédit P', pour produire S blocs décodés virtuels BDV's. La vraisemblance de chacun de ces blocs est testée avec un critère de vraisemblance. Est retenu celui dont la combinaison de signes maximise ce critère.

15 Dans l'exemple précédent, il s'agissait de la combinaison {-,-}.

Au cours d'une étape D7, on extrait du train de bits et on décode les valeurs DIP' d'un indicateur de prédiction IP des signes prédits. Il s'agit d'une information représentative d'une différence entre la prédiction d'un signe et la valeur réelle de ce signe, c'est-à-dire d'un résidu de signe. Elle peut prendre les valeurs suivantes :

- 20
- une valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - une valeur représentative d'une prédiction incorrecte.

25 Au cours d'une étape D8, les valeurs de cet indicateur IP dans le bloc résidu quantifié courant RQV' sont utilisées pour corriger si nécessaire les valeurs prédites des signes sélectionnés.

Ainsi, dans l'exemple précédent, les valeurs de l'indicateur de prédiction présente dans le train binaire sont représentatives d'une première prédiction fausse et d'une deuxième prédiction juste. Ceci nous permet de décoder les signes réels des coefficients du bloc résidu courant {+,-}, et de reconstruire le résidu décodé complet RQ' = { +8, 30 +7, 0, -6, -3,0,0,2,-1,0,0,0,0,0,0,0}.

Au cours d'une étape D9, le bloc RQ' est déquantifié pour obtenir un bloc RT' déquantifié. Ceci est réalisé par des moyens adaptés à la quantification utilisée lors du codage (déquantification scalaire, déquantification vectorielle...)

5 Au cours d'une étape D10, on applique au résidu déquantifié RT' une transformée inverse de celle utilisée au codage. On obtient alors le résidu décodé R'.

Au cours d'une étape D11, le résidu décodé R' est ajouté à la prédiction P', pour reconstruire le bloc décodé D'. Ce bloc D' est intégré à l'image ID en cours de décodage.

10 Au cours d'une étape D12, on teste si le bloc courant est le dernier bloc à traiter par l'unité de décodage, compte tenu de l'ordre de parcours défini précédemment. Si oui, l'unité de codage a terminé son traitement. Si non, l'étape suivante est l'étape de sélection du bloc suivant D0.

Au cours d'une étape D13, on vient sélectionner le bloc suivant à traiter par l'unité de décodage, suivant le parcours défini précédemment. Ce bloc devient le bloc courant à décoder, et l'étape suivante est l'étape de prédiction D1.

15

On notera que l'invention qui vient d'être décrite, peut être mise en œuvre au moyen de composants logiciels et/ou matériels. Dans cette optique, les termes « module » et « entité », utilisés dans ce document, peuvent correspondre soit à un composant logiciel, soit à un composant matériel, soit encore à un ensemble de
20 composants matériels et/ou logiciels, aptes à mettre en œuvre la ou les fonctions décrites pour le module ou l'entité concerné(e).

En relation avec la figure 4, on présente maintenant un exemple de structure simplifiée d'un dispositif 100 de codage d'une image numérique selon l'invention. Le dispositif 100 met en œuvre le procédé de codage selon l'invention qui vient d'être décrit
25 en relation avec la Figure 1.

Par exemple, le dispositif 100 comprend une unité de traitement 110, équipée d'un processeur $\mu 1$, et pilotée par un programme d'ordinateur Pg1 120, stocké dans une mémoire 130 et mettant en œuvre le procédé de codage selon l'invention.

30 A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur Pg₁ 120 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM avant d'être exécutées par le processeur

de l'unité de traitement 110. Le processeur de l'unité de traitement 110 met en œuvre les étapes du procédé décrit précédemment, selon les instructions du programme d'ordinateur 120.

5 Dans cet exemple de réalisation de l'invention, le dispositif 100 comprend au moins une unité PRED de prédiction des valeurs du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité selon un mode de prédiction choisi parmi une pluralité de modes prédéterminés, une unité CALC de calcul d'un bloc résidu par soustraction des valeurs prédites aux valeurs originales du bloc courant, une unité TRANS d'obtention d'un bloc résidu transformé par application d'une transformée aux pixels du bloc résidu, ledit bloc
10 résidu transformé comprenant des coefficients, une unité DET de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins la taille du bloc, l'amplitude du coefficient, la fréquence du coefficient et le mode de prédiction du bloc courant, une unité SEL de sélection des
15 signes des coefficients à prédire dans le bloc courant, le signe d'un coefficient du bloc résidu transformé étant sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé au contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe, une unité PRED SIGNS de prédiction des signes sélectionnés dans le bloc courant à partir de blocs voisins codés décodés selon un critère
20 de minimisation d'erreur, une unité CALC IP de calcul d'un indicateur de prédiction des signes sélectionnés à partir des prédictions des signes sélectionnés et de leurs valeurs originales, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant une première valeur représentative d'une prédiction correcte et une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte, une unité COD IP de codage
25 entropique des valeurs d'indicateurs obtenues pour les signes prédits et une unité COD NPS de codage des signes non prédits.

Le dispositif 100 comprend en outre une unité BD1 de stockage des contextes de codage des coefficients et des scores prédéterminés associés à chacun de ces contextes. Ces unités sont pilotées par le processeur $\mu 1$ de l'unité de traitement 110.

De façon avantageuse, un tel dispositif 100 peut être intégré à un terminal d'utilisateur TU. Le dispositif 100 est alors agencé pour coopérer au moins avec le module suivant du terminal TU :

- un module E/R d'émission/réception de données, par l'intermédiaire duquel le train binaire TB ou le fichier compressé FC est transmis dans un réseau de télécommunications, par exemple un réseau filaire ou un réseau hertzien.

Toujours en relation avec la figure 4, on présente maintenant un exemple de structure simplifiée d'un dispositif 200 de décodage d'une image numérique selon l'invention. Le dispositif 200 met en œuvre le procédé de décodage selon l'invention qui vient d'être décrit en relation avec la Figure 3.

Par exemple, le dispositif 200 comprend une unité de traitement 210, équipée d'un processeur $\mu 2$, et pilotée par un programme d'ordinateur Pg2 220, stocké dans une mémoire 230 et mettant en œuvre le procédé de décodage selon l'invention.

A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur Pg2 220 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 210. Le processeur de l'unité de traitement 210 met en œuvre les étapes du procédé décrit précédemment, selon les instructions du programme d'ordinateur 220.

Dans cet exemple de réalisation de l'invention, le dispositif 200 comprend au moins une unité PRED' de prédiction du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité et d'informations relatives à un mode de prédiction du bloc courant, une unité DEC RES de décodage entropique des amplitudes codées des coefficients d'un bloc résidu extraites du train binaire, ledit bloc résidu ayant été obtenu par soustraction des valeurs prédites à partir dudit au moins un bloc précédemment traité et des informations relatives à un mode de prédiction mk du bloc courant, aux valeurs originales du bloc courant, une unité DET' de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins la taille du bloc, l'amplitude du coefficient, la fréquence du coefficient et le mode de prédiction du bloc

courant, une unité SEL' de sélection des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé, le signe d'un coefficient du bloc résidu courant étant sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé au contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe, une unité DEC
5 NPS' de décodage des signes non prédits à partir des données codées extraites du train binaire, une unité PRED' SIGNS de prédiction des valeurs des signes sélectionnés à partir des signes de pixels d'au moins un bloc voisin décodé du bloc courant selon un critère de minimisation d'erreur, une unité DEC IP de décodage de valeurs d'indicateurs de prédiction des signes sélectionnés à partir des données codées extraites du train binaire,
10 l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant une première valeur représentative d'une prédiction correcte et une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte, une unité CALC' des valeurs décodées des signes prédits à partir des valeurs d'indicateurs de prédiction décodées des signes sélectionnés, une unité TRANSF-1 de transformation inverse des amplitudes de coefficients du bloc résidu
15 transformé RQ'[i], une unité RECONST de reconstruction des coefficients du bloc résidu à partir des amplitudes décodées et des signes décodés.

Le dispositif 200 comprend en outre une unité BD2 de stockage des contextes de codage des coefficients et des scores prédéterminés associés à chacun de ces contextes.

Ces unités sont pilotées par le processeur $\mu 2$ de l'unité de traitement 210.

20 De façon avantageuse, un tel dispositif 200 peut être intégré à un terminal d'utilisateur TU. Le dispositif 200 est alors agencé pour coopérer au moins avec le module suivant du terminal TU :

- Un module E/R d'émission/réception de données, par l'intermédiaire duquel le train binaire TB ou le fichier compressé FC est reçu d'un réseau de
25 télécommunications ;
- Un dispositif DISP de restitution d'images, par exemple un écran de terminal, par l'intermédiaire duquel l'image numérique décodée ou la suite d'images décodées est restituée à un utilisateur.

30 Il va de soi que les modes de réalisation qui ont été décrits ci-dessus ont été donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif, et que de nombreuses modifications

peuvent être facilement apportées par l'homme de l'art sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENdicATIONS

1. Procédé de codage d'une image numérique, ladite image (Im) étant divisée en une pluralité de blocs de pixels (C) traités dans un ordre défini, ledit procédé
5 comprenant les étapes suivantes, mises en œuvre pour un bloc courant :

- Prédiction (E1) des valeurs du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité selon un mode de prédiction choisi parmi une pluralité de modes prédéterminés,

10 - Calcul (E2) d'un bloc résidu (R) par soustraction des valeurs prédites aux valeurs originales du bloc courant,

- Obtention (E3) d'un bloc résidu (RT) transformé par application d'une transformée à des pixels du bloc résidu, ledit bloc résidu transformé comprenant des coefficients,

15 - Sélection (E7) des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé ;

- Prédiction (E9) des signes sélectionnés;

- Calcul (E10) d'un indicateur de prédiction (IP) des signes sélectionnés à partir des prédictions des signes sélectionnés et de leurs valeurs originales, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :

20 o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;

 o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;

- Codage entropique (E11) des valeurs d'indicateurs obtenues pour les signes prédits;

ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend une étape (E6) de détermination
25 d'un contexte (Cxj) d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins :

- La taille du bloc,

- L'amplitude du coefficient,

30 - La fréquence du coefficient,

- Le mode de prédiction du bloc courant ; et

en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu transformé est sélectionné en fonction d'un score (S_j) prédéterminé associé au contexte de codage (C_{xj}) dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

5

- 2.** Procédé de codage d'une image numérique selon la revendication **1**, caractérisé en ce que le score est prédéterminé au cours d'une étape préalable d'estimation d'une probabilité de prédiction correcte du signe dans le contexte du coefficient.

10

- 3.** Procédé de codage d'une image numérique selon l'une des revendications **1** et **2**, caractérisé en ce que le signe d'un coefficient quantifié est sélectionné lorsque ledit score est supérieur à un seuil (T) prédéterminé.

15

- 4.** Procédé de codage d'une image numérique selon l'une des revendications **1** à **3**, caractérisé en ce que le score peut prendre des valeurs binaires, une première valeur étant représentative d'un signe à prédire, une deuxième valeur étant représentative d'un signe à ne pas prédire.

20

- 5.** Procédé de codage d'une image numérique selon la revendication **3**, caractérisé en ce que la valeur du seuil (T) est prédéterminée.

25

- 6.** Procédé de codage d'une image numérique selon la revendication **3**, caractérisé en ce que la valeur du seuil (T) est adaptée en cours de codage en fonction de caractéristiques du codage.

30

- 7.** Procédé de codage d'une image numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape (E10) de codage entropique de la

valeur d'indicateur de prédiction du signe d'un coefficient prend en compte le score prédéterminé associé au contexte de codage du coefficient.

8. Dispositif (100) de codage d'une image numérique, ladite image étant divisée en une pluralité de blocs de pixels traités dans un ordre défini, ledit dispositif comprenant les unités suivantes, aptes à être mises en œuvre pour un bloc courant :

- Prédiction (PRED) des valeurs du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité selon un mode de prédiction choisi parmi une pluralité de modes prédéterminé ;

- Calcul (CALC) d'un bloc résidu par soustraction des valeurs prédites aux valeurs originales du bloc courant ;

- Obtention (TRANS) d'un bloc résidu transformé par application d'une transformée à des pixels du bloc résidu, le bloc résidu transformé comprenant des coefficients ;

- Sélection (SEL) des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé ;

- Prédiction (PRED SIGNS) des signes sélectionnés ;

- Calcul (CALC IP) d'un indicateur de prédiction des signes sélectionnés à partir des prédictions des signes sélectionnés et de leurs valeurs originales, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :

o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;

o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;

- Codage entropique (COD IP) des valeurs d'indicateurs obtenues pour les signes prédits ;

ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une unité de détermination d'un contexte (Cxj) d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins :

- La taille du bloc,

- L'amplitude du coefficient,

- La fréquence du coefficient,
- Le mode de prédiction du bloc courant ; et

en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu transformé est sélectionné en fonction du score prédéterminé associé à un contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

9. Procédé de décodage d'une image numérique à partir d'un train binaire comprenant des données codées représentatives de ladite image, ladite image étant divisée en une pluralité de blocs traités dans un ordre défini, ledit procédé comprenant les étapes suivantes, mises en œuvre pour un bloc, dit bloc courant :

- Prédiction (D1) du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité et d'informations relatives à un mode de prédiction du bloc courant;
- Décodage entropique (D2) des amplitudes codées des coefficients ($RQ'[i]$) d'un bloc résidu transformé extraites du train binaire (TB);
- Sélection (D4) des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé;
- Prédiction (D6) des valeurs des signes sélectionnés;
- Décodage (D7) de valeurs d'indicateurs de prédiction des signes sélectionnés à partir de données codées extraites du train binaire, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :
 - o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;
- Calcul (D8) des valeurs décodées des signes sélectionnés à partir des valeurs d'indicateurs de prédiction décodées;
- Reconstruction (D11) des coefficients du bloc résidu à partir des amplitudes décodées et des signes décodés;

ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend une étape (D3) de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins :

- La taille du bloc,

- L'amplitude du coefficient,
- La fréquence du coefficient,
- Le mode de prédiction du bloc courant ; et

en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu transformé est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé au contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

10. Dispositif (200) de décodage d'une image numérique (ID) à partir d'un train binaire (TB) comprenant des données codées représentatives de ladite image, ladite image étant divisée en une pluralité de blocs traités dans un ordre défini, ledit dispositif comprenant les unités suivantes, aptes à être mises en œuvre pour un bloc, dit bloc courant :

- Prédiction (PRED') du bloc courant à partir d'au moins un bloc précédemment traité et d'informations relatives à un mode de prédiction du bloc courant;
- Décodage entropique (DEC RES) des amplitudes codées des coefficients d'un bloc résidu transformé extraites du train binaire;
- Sélection (SEL') des signes des coefficients à prédire dans le bloc résidu transformé;
- Prédiction (PRED' SIGNS) des valeurs des signes sélectionnés;
- Décodage (DEC IP) de valeurs d'indicateurs de prédiction des signes sélectionnés à partir de données codées extraites du train binaire, l'indicateur étant destiné à prendre une valeur dans un groupe comprenant :
 - o une première valeur représentative d'une prédiction correcte ;
 - o une deuxième valeur représentative d'une prédiction incorrecte ;
- Calcul (CALC') des valeurs décodées des signes sélectionnés à partir des valeurs prédites et des valeurs d'indicateurs de prédiction décodées;

ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une unité (DET') de détermination d'un contexte d'un coefficient du bloc résidu courant parmi une pluralité de contextes prédéterminés, en fonction d'au moins une caractéristique appartenant à un groupe comprenant au moins :

- La taille du bloc,
- L'amplitude du coefficient,
- La fréquence du coefficient,
- Le mode de prédiction du bloc courant ; et

5 en ce que le signe d'un coefficient du bloc résidu transformé est sélectionné en fonction d'un score prédéterminé associé au contexte de codage dudit coefficient, ledit score étant représentatif d'un niveau de fiabilité de la prédiction du signe.

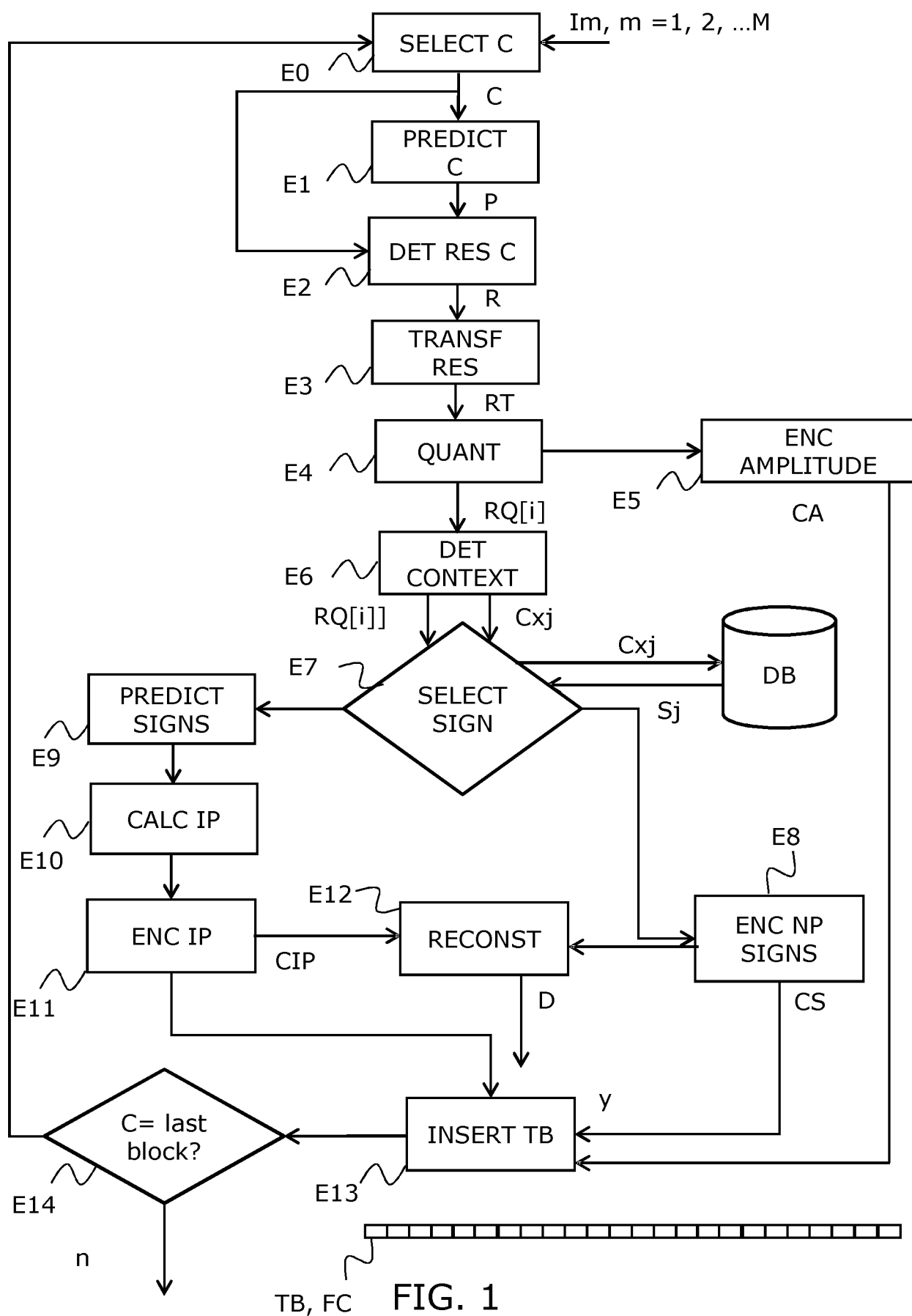
10 **11.** Signal portant un train binaire (TB) comprenant des données codées représentatives d'une image numérique, ladite image numérique étant divisée en blocs de pixels traités dans un ordre défini, caractérisé en ce que lesdites données codées sont obtenues conformément au procédé de codage selon l'une des revendications **1** à **7**.

15 **12.** Terminal d'utilisateur (TU) caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de codage d'une image numérique selon la revendication **8** et un dispositif de décodage d'une image numérique selon la revendication **10**.

20 **13.** Programme d'ordinateur comprenant des instructions pour la mise en œuvre du procédé de codage d'une image numérique selon l'une des revendications **1** à **7**, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

25 **14.** Programme d'ordinateur comprenant des instructions pour la mise en œuvre du procédé de décodage d'une image numérique selon la revendication **9**, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

1/4



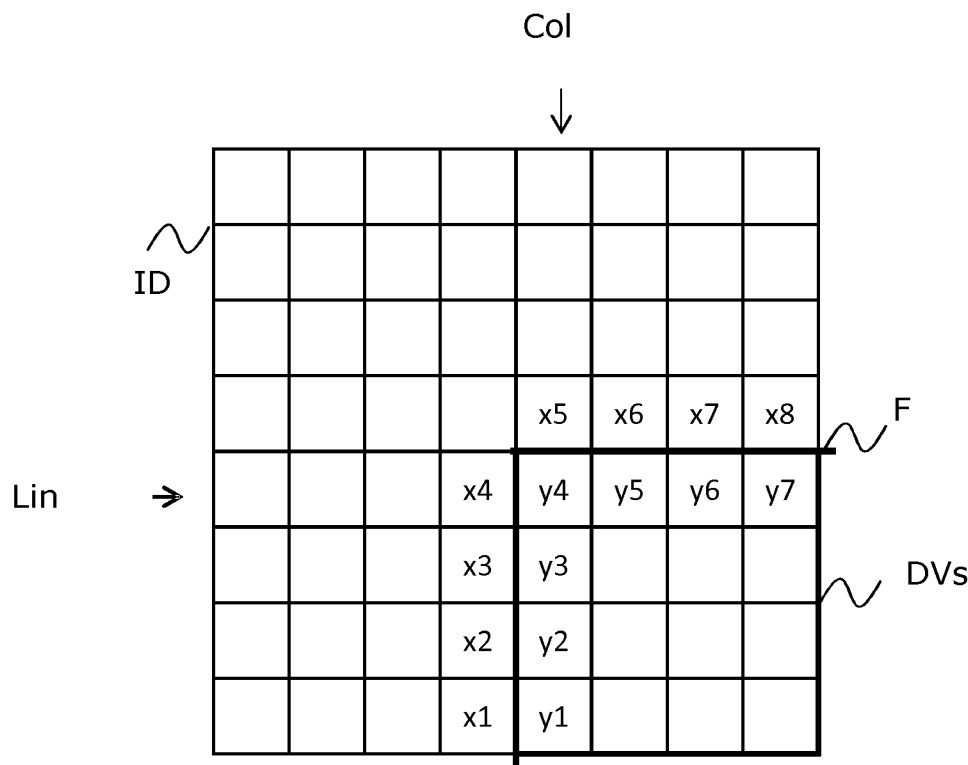
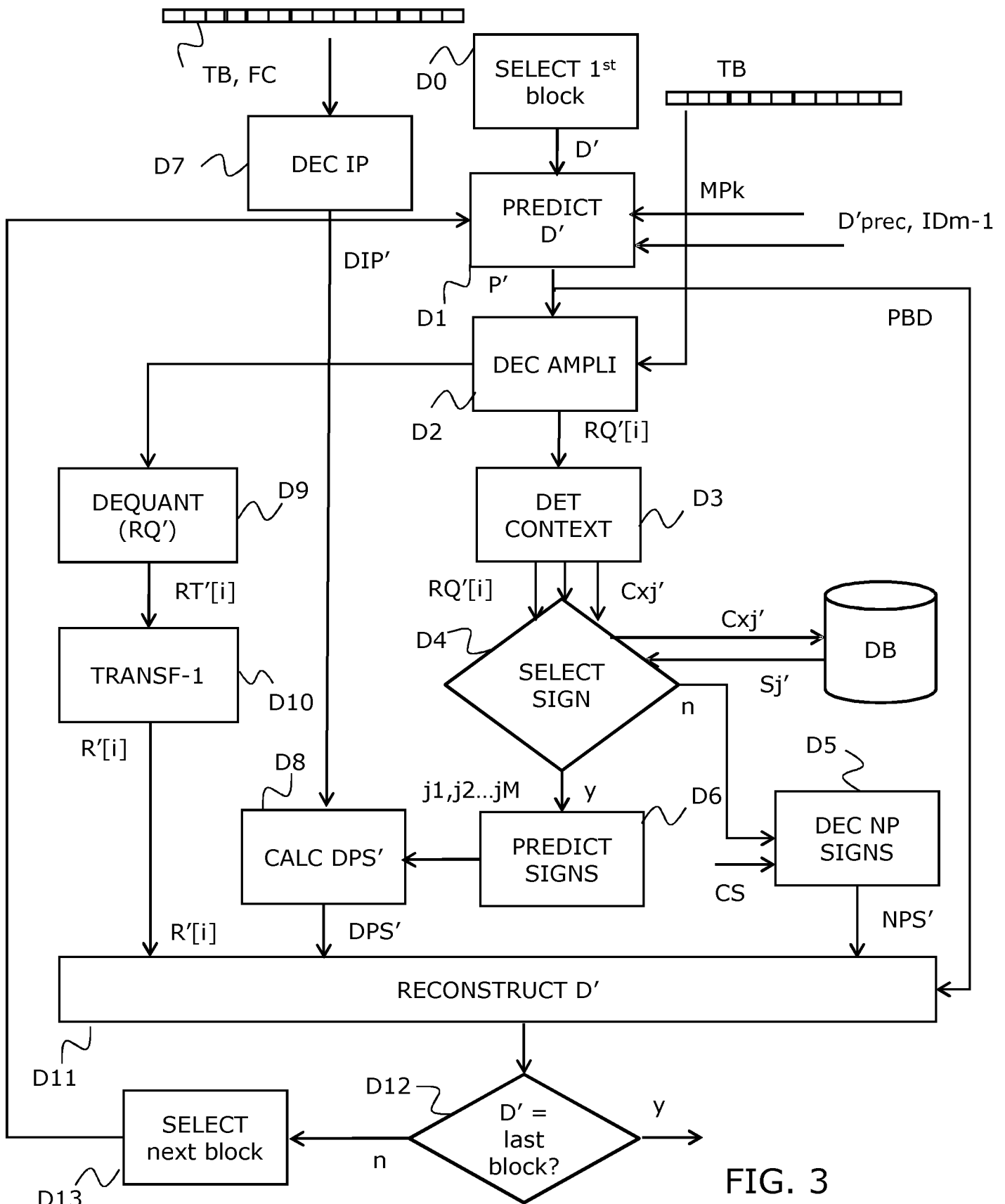


FIG. 2

3/4



4/4

TU

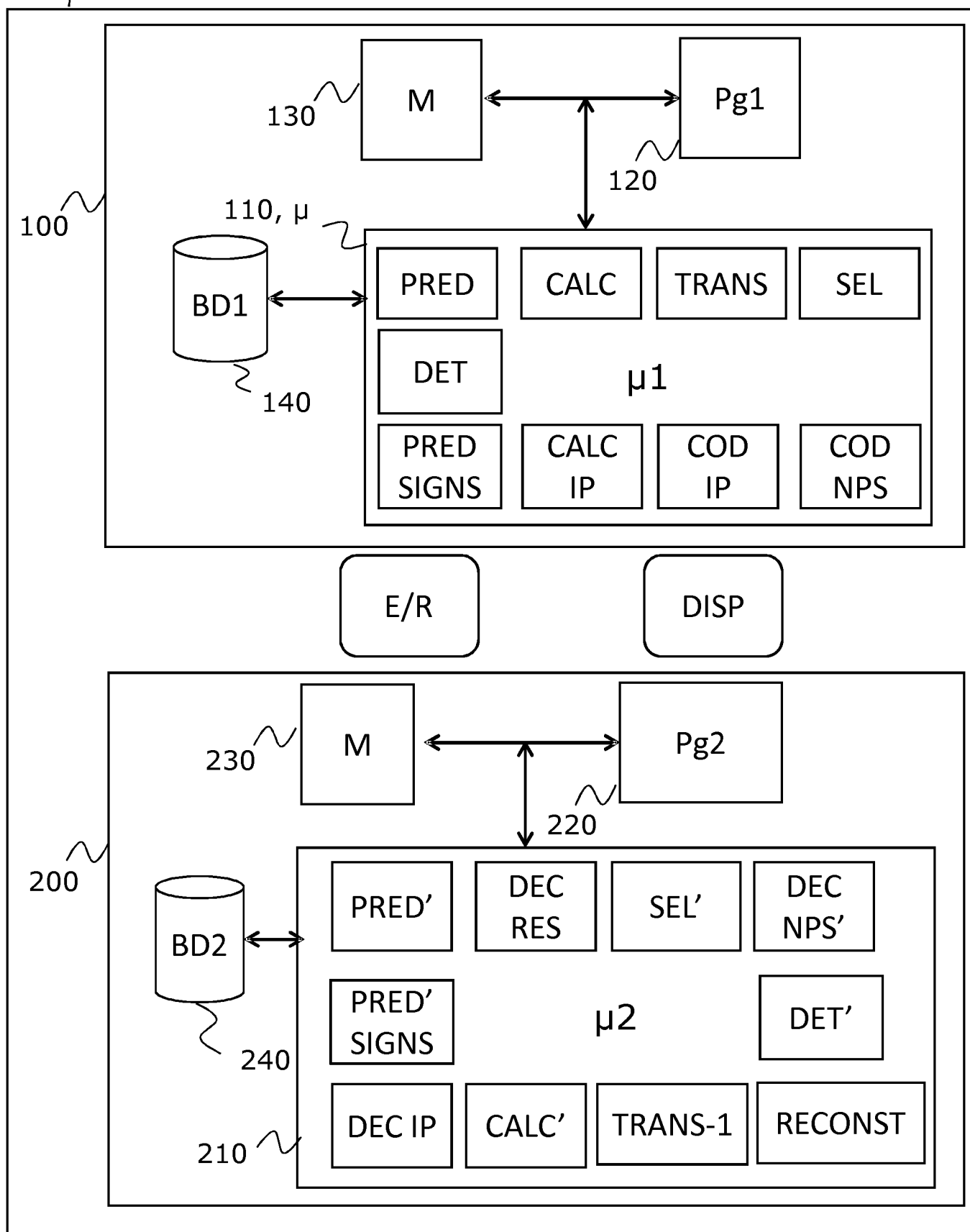


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/051587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04N19/50 H04N19/134 H04N19/115 H04N19/61 H04N19/103
H04N19/463 H04N19/132 H04N19/18

ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KAZUI (FUJITSU) K ET AL: "Video coding technology proposal by Fujitsu", 1. JCT-VC MEETING; 15-4-2010 - 23-4-2010; DRESDEN; (JOINTCOLLABORATIVE TEAM ON VIDEO CODING OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-TSG.16); URL: HTTP://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/,, no. XP030007554, 12 April 2010 (2010-04-12), XP030007555, ISSN: 0000-0049 * section 2 * ----- -/--	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 September 2015

Date of mailing of the international search report

08/10/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ferré, Pierre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/051587

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KOYAMA J ET AL: "Coefficient sign bit compression in video coding", 2012 PICTURE CODING SYMPOSIUM (PCS 2012) : KRAKOW, POLAND, 7 - 9 MAY 2012 ; [PROCEEDINGS], IEEE, PISCATAWAY, NJ, 7 May 2012 (2012-05-07), pages 385-388, XP032449909, DOI: 10.1109/PCS.2012.6213370 ISBN: 978-1-4577-2047-5 cited in the application the whole document	1-14
X	----- US 2013/044808 A1 (NAKAGAWA AKIRA [JP] ET AL) 21 February 2013 (2013-02-21) paragraph [0147] - paragraph [0203] paragraph [0078] - paragraph [0092] paragraph [0107] - paragraph [0119] paragraph [0139] - paragraph [0140] figures 19-30	1-14
A	----- KONDO H ET AL: "Identification of DCT signs for sub-block coding", SIGNAL PROCESSING AND ITS APPLICATIONS, SIXTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON. 2001 AUG. 16-16, 2001, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol. 2, 16 August 2001 (2001-08-16), pages 569-572, XP010557114, ISBN: 978-0-7803-6703-6 the whole document	1-14
A	----- NIKOLAY N PONOMARENKO ET AL: "Prediction of signs of DCT coefficients in block-based lossy image compression", PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 6497, 15 February 2007 (2007-02-15), pages 1-8, XP055120970, ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.713872 cited in the application the whole document	1-14
A	----- DAVID TAUBMAN ET AL: "Report on CodEff22 (revised): EBCOT (Embedded Block Coding with Optimized Truncation)", JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP CONFERENCE, CROWBOROUGH : JPEG FORUM LTD, GB, 21 October 1998 (1998-10-21), XP017205170, * section II.6.36 *	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/051587

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013044808 A1	21-02-2013	JP 5533886 B2	25-06-2014
		US 2013044808 A1	21-02-2013
		WO 2011099080 A1	18-08-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/051587

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04N19/50 H04N19/134 H04N19/115 H04N19/61 H04N19/103 H04N19/463 H04N19/132 H04N19/18 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	KAZUI (FUJITSU) K ET AL: "Video coding technology proposal by Fujitsu", 1. JCT-VC MEETING; 15-4-2010 - 23-4-2010; DRESDEN; (JOINTCOLLABORATIVE TEAM ON VIDEO CODING OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-TSG.16); URL: HTTP://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/, , no. XP030007554, 12 avril 2010 (2010-04-12), XP030007555, ISSN: 0000-0049 * section 2 *	1-14
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
30 septembre 2015		08/10/2015
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Ferré, Pierre

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	KOYAMA J ET AL: "Coefficient sign bit compression in video coding", 2012 PICTURE CODING SYMPOSIUM (PCS 2012) : KRAKOW, POLAND, 7 - 9 MAY 2012 ; [PROCEEDINGS], IEEE, PISCATAWAY, NJ, 7 mai 2012 (2012-05-07), pages 385-388, XP032449909, DOI: 10.1109/PCS.2012.6213370 ISBN: 978-1-4577-2047-5 cité dans la demande le document en entier -----	1-14
X	US 2013/044808 A1 (NAKAGAWA AKIRA [JP] ET AL) 21 février 2013 (2013-02-21) alinéa [0147] - alinéa [0203] alinéa [0078] - alinéa [0092] alinéa [0107] - alinéa [0119] alinéa [0139] - alinéa [0140] figures 19-30 -----	1-14
A	KONDO H ET AL: "Identification of DCT signs for sub-block coding", SIGNAL PROCESSING AND ITS APPLICATIONS, SIXTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON. 2001 AUG. 16-16, 2001, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol. 2, 16 août 2001 (2001-08-16), pages 569-572, XP010557114, ISBN: 978-0-7803-6703-6 le document en entier -----	1-14
A	NIKOLAY N PONOMARENKO ET AL: "Prediction of signs of DCT coefficients in block-based lossy image compression", PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 6497, 15 février 2007 (2007-02-15), pages 1-8, XP055120970, ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.713872 cité dans la demande le document en entier -----	1-14
A	DAVID TAUBMAN ET AL: "Report on CodEff22 (revised): EBCOT (Embedded Block Coding with Optimized Truncation)", JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP CONFERENCE, CROWBOROUGH : JPEG FORUM LTD, GB, 21 octobre 1998 (1998-10-21), XP017205170, * section II.6.36 * -----	1-14

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR2015/051587

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)