
**Technologies de l'information — Système
de codage d'images JPEG 2000:
Transmission radioélectrique**

Information technology — JPEG 2000 image coding system: Wireless

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/IEC 15444-11:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fc/iso-iec-15444-11-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fc/iso-iec-15444-11-2007>

PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/IEC 15444-11:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fcf/iso-iec-15444-11-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fcf/iso-iec-15444-11-2007>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO/CEI 2007

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2008

Publié en Suisse

Sommaire

	Page	
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Termes et définitions	1
4	Symboles et abréviations	3
4.1	Abréviations	3
4.2	Symboles	4
5	Description générale de la norme JPEG 2000 adaptée à la transmission hertzienne	4
5.1	Introduction	4
5.2	Description du système conforme à la norme JPEG 2000 adaptée à la transmission hertzienne	5
6	Parties JPWL normatives	7
7	Parties JPWL informatives	8
Annexe A	– Syntaxe du flux codé	9
A.1	Définitions des marqueurs et des segments marqueurs	9
A.2	Domaines des codes de marqueur définis dans la présente Recommandation Norme internationale	9
A.3	Règles applicables aux marqueurs et segments marqueurs ainsi qu'au flux codé	9
A.4	Informations dans les segments marqueurs	10
A.5	Construction du flux codé	10
A.6	Segments marqueurs JPWL	11
Annexe B	– Protection contre les erreurs dans les en-têtes	19
B.1	Introduction	19
B.2	Codes prédéfinis de correction d'erreurs	20
B.3	Protection des en-têtes au moyen des segments marqueurs de bloc de protection contre les erreurs	20
Annexe C	– Capacité de protection contre les erreurs	24
C.1	Utilisation du segment marqueur de la capacité de protection contre les erreurs	24
C.2	Paramètre P_{CRC}	24
C.3	Longueur des données	24
C.4	Paramètre P_{EPC}	25
C.5	Identification des outils (ID, <i>identification of tools</i>)	25
C.6	Paramètres P_{ID} pour les outils	25
Annexe D	– Marqueur descripteur de la sensibilité aux erreurs	26
D.1	Introduction et applications	26
D.2	Définition et emplacement du marqueur dans le flux codé	26
D.3	Subdivision du flux codé en unités de données	27
D.4	Informations relatives à la sensibilité	27
D.5	Exemples et lignes directrices	29
Annexe E	– Marqueur descripteur d'erreurs résiduelles	31
E.1	Introduction	31
E.2	Signalisation d'erreurs résiduelles	31
E.3	Exemples	32
Annexe F	– Directives de codage des flux codés JPEG 2000 dans le cadre des environnements sujets à erreurs	33
F.1	Introduction	33
F.2	Outils JPEG 2000 – partie 1 de résistance aux erreurs	33
F.3	Directives JPEG 2000 d'implémentation du codeur	34

Annexe G – Traitement recommandé des erreurs par le décodeur	36
G.1 Introduction	36
G.2 Comportement recommandé pour le décodeur JPEG 2000 – partie 1	36
G.3 Directives d'implémentation du décodeur JPWL	37
Annexe H – Codage entropique résistant aux erreurs	39
H.1 Introduction	39
H.2 Syntaxe	39
H.3 Codage binaire avec symbole interdit	40
H.4 Symboles de segmentation résistante aux erreurs	41
H.5 Détection des erreurs	42
H.6 Correction des erreurs	42
Annexe I – Protection différenciée contre les erreurs	48
I.1 Introduction	48
I.2 Utilisation des informations du descripteur de la sensibilité aux erreurs en tant qu'entrée dans les systèmes de protection différenciée contre les erreurs	48
I.3 Utilisation du bloc de protection contre les erreurs en vue d'une protection différenciée	48
Annexe J – Interfonctionnement avec l'ISO/CEI 15444	49
J.1 Interfonctionnement avec l'ISO/CEI 15444-1	49
J.2 Interfonctionnement avec l'ISO/CEI 15444-3	49
J.3 Interfonctionnement avec l'ISO/CEI 15444-8 (JPSEC)	49
Annexe K – Autorité d'enregistrement	51
K.1 Introduction générale	51
K.2 Conditions à remplir par les demandeurs d'enregistrements	51
K.3 Demandes d'enregistrement	51
K.4 Examen des demandes et réponses à celles-ci	52
K.5 Tenue du registre	53
K.6 Publication du registre	53
Annexe L – Déclaration relative aux brevets	54
BIBLIOGRAPHIE	55

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) et la CEI (Commission électrotechnique internationale) forment le système spécialisé de la normalisation mondiale. Les organismes nationaux membres de l'ISO ou de la CEI participent au développement de Normes internationales par l'intermédiaire des comités techniques créés par l'organisation concernée afin de s'occuper des domaines particuliers de l'activité technique. Les comités techniques de l'ISO et de la CEI collaborent dans des domaines d'intérêt commun. D'autres organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO et la CEI participent également aux travaux. Dans le domaine des technologies de l'information, l'ISO et la CEI ont créé un comité technique mixte, l'ISO/CEI JTC 1.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale du comité technique mixte est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par le comité technique mixte sont soumis aux organismes nationaux pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des organismes nationaux votants.

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et la Commission Électrotechnique Internationale (CEI) attirent l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation de brevets.

L'ISO et la CEI ne prennent pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'ISO et à la CEI qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'ISO et à la CEI. Des informations peuvent être demandées aux compagnies listées dans l'Annexe L.

L'attention est en outre attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux mentionnés dans l'Annexe L. L'ISO et la CEI ne sauraient être tenues pour responsables de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'ISO/CEI 15444-11 a été élaborée par le comité technique mixte ISO/CEI JTC 1, *Technologies de l'information*, sous-comité SC 29, *Codage du son, de l'image, de l'information multimédia et hypermédia*, en collaboration avec l'UIT-T. Le texte identique est publié en tant que Rec. UIT-T T.810.

L'ISO/CEI 15444 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Technologies de l'information — Système de codage d'images JPEG 2000*:

- *Partie 1: Système de codage de noyau*
- *Partie 2: Extensions*
- *Partie 3: Images JPEG 2000 animées*
- *Partie 4: Tests de conformité*
- *Partie 5: Logiciel de référence*
- *Partie 6: Format de fichier d'image de composant*

- *Partie 8: JPEG 2000 sécurisé*
- *Partie 9: Outils d'interactivité, interfaces de programmes d'application et protocoles*
- *Partie 10: Extensions pour données tridimensionnelles*
- *Partie 11: Transmission radioélectrique*
- *Partie 12: Format ISO de base pour les fichiers médias*
- *Partie 13: Un encodeur JPEG 2000 de niveau d'entrée*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/IEC 15444-11:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fcf/iso-iec-15444-11-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fcf/iso-iec-15444-11-2007>

**NORME INTERNATIONALE
RECOMMANDATION UIT-T**

**Technologies de l'information – Système de codage d'images JPEG 2000:
Transmission radioélectrique**

1 Domaine d'application

Dans la présente Recommandation | Norme internationale sont définies, de manière à pouvoir les étendre, des syntaxes et des méthodes de protection contre les erreurs qui peuvent se produire au cours de la transmission hertzienne de flux codés JPEG 2000 conformes à la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1.

Dans la présente Recommandation | Norme internationale, ces flux sont nommés flux hertziens JPEG 2000 (JPWL, *JPEG 2000 wireless*) et les applications qui les emploient sont nommées systèmes "JPWL".

La norme JPWL définit un ensemble d'outils, notamment une structuration supplémentaire des données pour les flux codés JPEG 2000 et des techniques de protection contre les erreurs, nécessaires à la correction et à la signalisation de celles-ci. Dans la présente Recommandation | Norme internationale sont aussi données des définitions de la sémantique et sont suggérées des façons de l'employer.

2 Références normatives

Les Recommandations et Normes internationales suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation | Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes Recommandations et Normes sont sujettes à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Recommandation | Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et Normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur. Le Bureau de la normalisation des télécommunications de l'UIT tient à jour une liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur.

- Recommandation UIT-T T.800 (2002) | ISO/CEI 15444-1:2004, *Technologies de l'information – Système de codage d'images JPEG 2000: système de codage noyau.*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-8d46de960fc/iso-iec-15444-11-2007>

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les définitions et termes suivants s'appliquent. Les définitions données au paragraphe 3 de la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1 s'appliquent aussi à la présente Recommandation | Norme internationale.

3.1 compatibilité avec les versions antérieures: sont incluses toutes les techniques permettant de produire un flux binaire qui soit tel que le décodeur conforme à la partie 1 décode/affiche conformément aux spécifications de la partie 4 de la norme JPEG 2000 (Rec. UIT-T T.803 | ISO/CEI 15444-4) dans un environnement sans erreurs.

3.2 compatibilité avec les extensions antérieures: sont incluses toutes les techniques permettant de produire un flux binaire qui n'entraîne pas le blocage du décodeur conforme à la partie 1 dans un environnement sans erreurs. Un décodeur conforme à la norme JPEG 2000 adaptée à la transmission hertzienne (JPWL) est nécessaire au décodage/à l'affichage correct des images.

3.3 ordre gros-boutien: les bits d'une représentation des valeurs sont rangés par ordre décroissant, du bit de plus fort poids au bit de plus faible poids.

3.4 flux binaire: séquence de bits résultant du codage d'une séquence de symboles. N'y sont pas inclus les marqueurs ou segments marqueurs dans l'en-tête principal ou dans les en-têtes de pavé élémentaire ou le marqueur de fin de flux codé (EOC). N'y sont pas inclus non plus les en-têtes de paquet et les marqueurs et segments marqueurs dans le flux, non situés dans l'en-tête principal ou dans les en-têtes de pavé élémentaire.

3.5 taux d'erreurs sur les bits (BER, *bit error ratio*): le taux d'erreurs sur les bits est défini comme étant la valeur statistique attendue du rapport entre le nombre de bits erronés dans les données reçues et la dimension de ces données elles-mêmes.

3.6 bloc codé: groupe rectangulaire de coefficients appartenant à la même sous-bande d'une composante de pavé.

- 3.7 flux codé:** ensemble d'un ou de plusieurs flux binaires avec en-tête principal, en-têtes de pavé élémentaire et marqueur EOC requis pour leur décodage et leur expansion en données d'image. Il s'agit de données d'image sous forme comprimée incluant toute la signalisation nécessaire au décodage.
- 3.8 partition des données:** la partition des données est une modification de l'organisation du flux codé avec une séparation des données comprimées en différentes parties.
- 3.9 décodeur:** matérialisation d'un processus de décodage et, éventuellement, d'un processus de transformation des couleurs.
- 3.10 processus de décodage:** processus qui reçoit en entrée tout ou partie d'un flux codé et génère en sortie tout ou partie d'une image reconstruite.
- 3.11 codeur:** matérialisation d'un processus de codage.
- 3.12 processus de codage:** processus qui reçoit en entrée tout ou partie des données d'image source et génère en sortie un flux codé.
- 3.13 correction d'erreurs vers l'avant (FEC, *forward error correction*):** la correction d'erreurs vers l'avant consiste en des techniques qui permettent la détection et/ou la correction d'erreurs par adjonction de redondances au flux codé.
- 3.14 entrelacement:** l'entrelacement est une modification de l'ordre des données dans un flux codé.
- 3.15 autorité d'enregistrement JPWL:** organisme chargé de délivrer un identificateur unique d'enregistrement à un outil JPWL et d'enregistrer la liste des paramètres le décrivant.
- 3.16 couche:** ensemble de données d'image comprimées provenant des passes de codage d'un ou de plusieurs blocs codés d'une composante de pavé. Les couches sont telles que l'ordre de codage et de décodage doit être conservé.
- 3.17 ordre petit-boutien:** les bits d'une représentation des valeurs sont rangés par ordre croissant, du bit de plus faible poids au bit de plus fort poids.
- 3.18 marqueur:** code à deux octets dans lequel le premier octet est un nombre hexadécimal FF (0xFF) et le second octet est une valeur comprise entre 1 (0x01) et le nombre hexadécimal FE (0xFE).
- 3.19 segment marqueur:** marqueur et ensemble (non vide) de paramètres y associés.
- 3.20 non-compatibilité avec les versions antérieures:** sont incluses toutes les techniques permettant de produire un flux binaire qui soit tel que le décodeur conforme à la partie 1 de la norme JPEG 2000 se bloque même dans un environnement sans erreurs. Ce type de techniques sort du cadre de la présente Recommandation | Norme internationale.
- 3.21 paquet:** partie d'un flux binaire comportant un en-tête de paquet et les données d'image comprimées provenant d'une couche d'une zone d'un niveau de résolution d'une composante de pavé.
- 3.22 en-tête de paquet:** partie d'un paquet qui contient la signalisation nécessaire au décodage de ce paquet.
- 3.23 taux de perte de paquets (PLR, *packet loss rate*):** le taux de perte de paquets est défini comme étant la valeur statistique attendue du rapport entre le nombre de paquets rejetés au cours de la transmission et le nombre de paquets envoyés au cours de cette transmission. Dans le cadre de cette définition, un paquet doit être considéré comme étant au niveau de la transmission et non comme étant une entité de base d'un flux codé JPEG 2000.
- 3.24 marqueurs de pointage et segments marqueurs de pointage:** marqueurs et segments marqueurs qui donnent des informations sur l'emplacement des structures dans le flux codé.
- 3.25 zone:** région rectangulaire d'une composante de pavé transformée, à chaque niveau de résolution, servant à limiter la dimension des paquets.
- 3.26 précision:** nombre de bits alloués à un échantillon, à un coefficient, ou à une autre représentation numérique binaire.
- 3.27 codes systématiques:** un code systématique est un code qui produit un nombre donné de symboles redondants venant s'ajouter aux symboles initiaux de données à l'entrée.
- 3.28 pavé:** matrice rectangulaire de points sur la grille de référence, repérée par le décalage par rapport à l'origine de la grille de référence et définie par une largeur et une hauteur. Les pavés qui se chevauchent servent à définir des composantes de pavé.
- 3.29 composante de pavé:** ensemble d'échantillons d'une composante donnée dans un pavé.
- 3.30 indice de pavé:** indice repérant le pavé, qui varie de zéro au nombre de pavé moins un.

- 3.31 pavé élémentaire:** partie du flux codé comportant des données d'image comprimées pour tout ou partie d'un pavé. Un pavé élémentaire contient au moins un paquet et jusqu'à tous les paquets qui forment le pavé codé.
- 3.32 en-tête de partie de paquet:** groupe de marqueurs et de segments marqueurs au début de chaque pavé élémentaire dans le flux codé, qui mentionnent les paramètres de codage des pavés élémentaires.
- 3.33 transcodeur:** matérialisation d'un processus de transcodage.
- 3.34 processus de transcodage:** processus qui reçoit en entrée tout ou partie d'un flux codé et génère en sortie tout ou partie de celui-ci, d'autres données venant éventuellement s'ajouter.
- 3.35 protection différenciée contre les erreurs (UEP, *unequal error protection*):** la protection différenciée contre les erreurs se réfère à l'attribution à différentes parties d'un flux codé de différents niveaux de protection contre les erreurs.

4 Symboles et abréviations

4.1 Abréviations

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les abréviations suivantes s'appliquent.

BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem
COC	marqueur de composante de style de codage (<i>coding style component marker</i>)
COD	marqueur de style de codage par défaut (<i>coding style default marker</i>)
COM	marqueur de commentaire (<i>comment marker</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique
CRG	marqueur d'enregistrement de composante (<i>component registration marker</i>)
EOC	marqueur de fin de flux codé (<i>end of codestream marker</i>)
EPB	marqueur de bloc de protection contre les erreurs (<i>error protection block marker</i>)
EPC	marqueur de la capacité de protection contre les erreurs (<i>error protection capability marker</i>)
EPH	marqueur d'en-tête de fin de paquet (<i>end of packet header marker</i>)
ESD	marqueur descripteur de la sensibilité aux erreurs (<i>error sensitivity descriptor marker</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
JPEG	Groupe d'experts pour la normalisation des images fixes (<i>Joint photographic experts group</i>) – Comité commun ISO/CEI/UIT chargé de l'élaboration des normes de codage des images fixes à modelé continu. Cette abréviations renvoie aussi aux normes mises au point pas ce comité: norme ISO/CEI 10918 et aux Recommandations UIT-T correspondantes.
JPEG 2000	Groupe d'experts pour la normalisation des images fixes (<i>Joint photographic experts group</i>) – Comité commun ISO/CEI/UIT chargé de l'élaboration des normes de codage des images fixes à modelé continu. Cette abréviations renvoie aussi aux normes mises au point par ce comité: norme ISO/CEI 15444 et Recommandations UIT-T correspondantes.
JPEG 2000 – partie 1	Renvoie à la partie 1 de la norme JPEG 2000, la Rec. UIT-T T.800 ISO/CEI 15444-1.
JPEG 2000 – partie 11	Renvoie à la présente Recommandation Norme internationale.
JPWL	Norme JPEG 2000 adaptée à la transmission hertzienne (<i>JPEG wireless</i>): renvoie à la présente Recommandation Norme internationale.
PLM	marqueur d'en-tête principal de longueur de paquet (<i>packet length, main header marker</i>)
PLT	marqueur d'en-tête de pavé élémentaire de longueur de paquet (<i>packet length, tile-part header marker</i>)
POC	marqueur de modification de l'ordre de progression (<i>progression order change marker</i>)
PPM	marqueur d'en-tête principal des en-têtes de paquet compacts (<i>packed packet headers, main header marker</i>)

ISO/CEI 15444-11:2006 (F)

PPT	marqueur d'en-tête de pavé élémentaire des en-têtes de paquet compacts (<i>packed packet headers, tile-part header marker</i>)
QCC	marqueur de composante de quantification (<i>quantization component marker</i>)
QCD	marqueur de quantification par défaut (<i>quantization default marker</i>)
RA	Autorité d'enregistrement (<i>registration authority</i>)
RED	marqueur descripteur d'erreurs résiduelles (<i>residual error descriptor marker</i>)
RGN	marqueur de région d'intérêt (<i>region of interest marker</i>)
RS	Reed-Solomon
SIZ	marqueur de dimensions d'image et de pavé (<i>image and tile size marker</i>)
SOC	marqueur de début de flux codé (<i>start of codestream marker</i>)
SOD	marqueur de début de données (<i>start of data marker</i>)
SOP	marqueur de début de paquet (<i>start of packet marker</i>)
SOT	marqueur de début de pavé élémentaire (<i>start of tile-part marker</i>)
TLM	marqueur de longueur de pavé élémentaire (<i>tile-part length marker</i>)
UEP	protection différenciée contre les erreurs (<i>unequal error protection</i>)
UIT	Union internationale des télécommunications
UIT-T	Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications (anciennement CCITT)

4.2 Symboles

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les symboles suivants s'appliquent.

0x----	nombre hexadécimal
\nnn	nombre à trois chiffres précédé d'une barre oblique inverse définissant la valeur d'un octet donné dans une chaîne de caractères, les trois chiffres spécifiant la valeur en base huit de cet octet
ϵ_b	exposant de la sensibilité aux erreurs définie dans le marqueur ESD
μ_b	mantisse de la sensibilité aux erreurs définie dans le marqueur ESD

5 Description générale de la norme JPEG 2000 adaptée à la transmission hertzienne

5.1 Introduction

La présente Recommandation | Norme internationale définit un ensemble d'outils et de méthodes qui permettent de transmettre efficacement, dans un environnement de transmission/de stockage, sujet à erreurs, des images conformes à la partie 1 de la norme JPEG 2000. Cette Recommandation | Norme internationale vise principalement les applications hertziennes, même si des outils semblables peuvent être employés pour d'autres types d'applications, sujets à erreurs.

Les réseaux hertziens sont caractérisés par la présence fréquente d'erreurs au cours de la transmission, très contraignantes pour la transmission des images numériques. Puisque la norme JPEG 2000 permet d'atteindre un taux élevé de compression, elle pourrait bien convenir aux applications multimédias hertziennes. Par ailleurs, en raison de sa forte capacité d'évolution, elle offre une vaste gamme de stratégies de qualité de service aux opérateurs de réseau. Mais, pour convenir aux applications multimédias hertziennes, elle doit pouvoir résister aux erreurs de transmission.

Dans la Recommandation | Norme internationale UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1 sont définis des outils de résistance aux erreurs qui permettent d'améliorer la performance des canaux bruyants. Ces outils ne peuvent toutefois que détecter la présence d'erreurs dans le flux binaire, dissimuler les données erronées et resynchroniser le décodeur. Plus précisément, ils ne corrigent pas les erreurs de transmission. En outre, ils ne s'appliquent pas aux en-têtes principaux ni à ceux des pavés élémentaires qui sont les parties les plus importantes du flux codé. Ils ne suffisent donc pas pour les transmissions hertziennes.

En vue d'assurer une transmission efficace dans un environnement de transmission/de stockage, sujet à erreurs, on a défini dans la présente Recommandation | Norme internationale des mécanismes supplémentaires de protection et de correction d'erreurs. Ces mécanismes étendent les éléments du système de codage noyau décrit dans la Recommandation | Norme internationale UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1. Les extensions sont compatibles avec les versions antérieures ou avec les extensions antérieures, comme indiqué dans le § 3.

Non liée à un réseau ou à un protocole de transport particuliers, la présente Recommandation | Norme internationale apporte une solution générale à la transmission résistante aux erreurs des images JPEG 2000 sur des canaux et des réseaux sujets à erreurs. La norme JPEG 2000, adaptée à la transmission hertzienne (JPWL, *JPEG 2000 wireless*), doit normalement agir au niveau des applications. Toutefois, les outils JPWL peuvent le cas échéant être employés pour la transmission directe des images sur la couche Physique du canal.

5.2 Description du système conforme à la norme JPEG 2000 adaptée à la transmission hertzienne

Les principales fonctionnalités du système JPWL servent à protéger le flux codé contre les erreurs de transmission, à décrire le niveau de sensibilité aux erreurs de transmission des différentes parties du flux codé et à décrire où se produisent les erreurs résiduelles dans le flux codé.

Le système JPWL peut être appliqué soit à une image source à l'entrée, soit au flux codé conforme à la partie 1, comme illustré dans les Figures 1 et 2 respectivement. Dans la Figure 1, du côté transmission, le codeur JPWL comporte trois modules fonctionnant simultanément: un codeur JPEG 2000 – partie 1 assurant la compression de l'image à l'entrée, un générateur donnant une description de la sensibilité aux erreurs et un processeur utilisant l'outil de protection contre les erreurs. Le résultat est un flux codé JPEG 2000 – partie 11, résistant aux erreurs de transmission. Du côté réception, le codeur JPWL comporte aussi trois modules: un processeur devant corriger les erreurs, un générateur donnant une description de la sensibilité aux erreurs résiduelles et un décodeur JPEG 2000 – partie 1. Alternativement, dans la Figure 2, du côté transmission, un transcodeur JPWL analyse un flux codé JPEG 2000 – partie 1, donnant une description de la sensibilité aux erreurs et utilisant les outils de protection contre les erreurs. Du côté réception, un transcodeur JPWL corrige les erreurs de transmission et donne la description des erreurs résiduelles, produisant un flux codé – partie 1 qui peut être envoyé au décodeur – partie 1, accompagné d'informations sur les erreurs résiduelles.

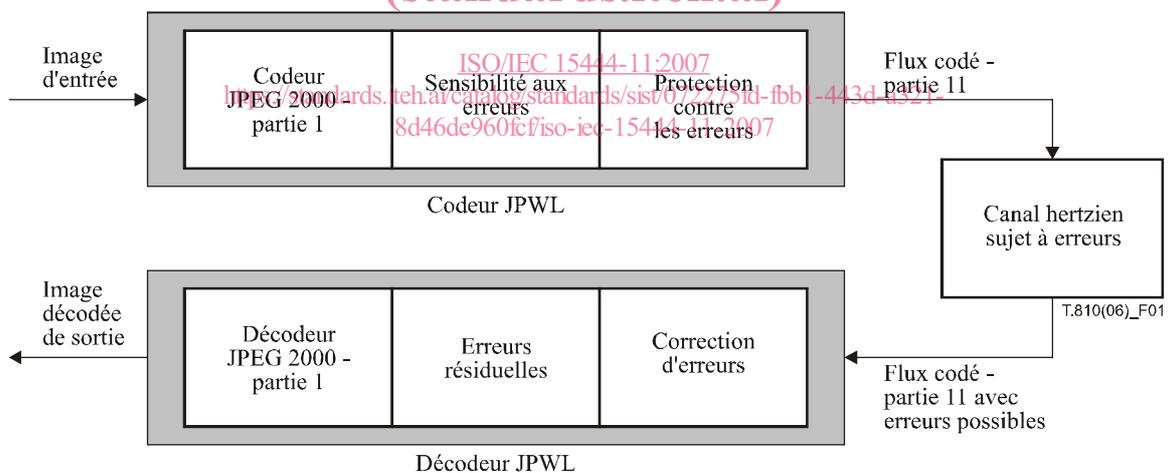


Figure 1 – Description du système JPWL: codeur et décodeur JPWL

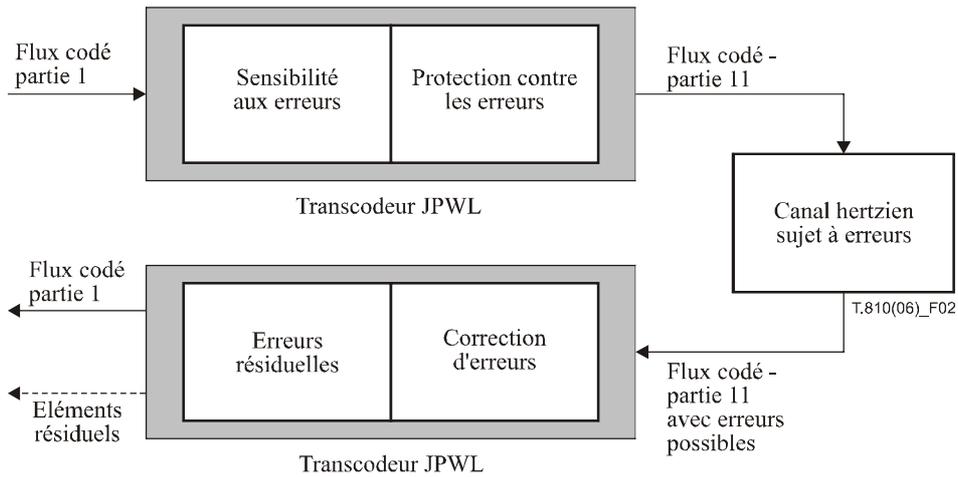


Figure 2 – Description du système JPWL: transcodeur JPWL

D'autres configurations sont encore possibles, comme illustré dans les Figures 3 et 4. Alors que dans les Figures 1 et 2 la description de la sensibilité aux erreurs et l'utilisation de l'outil de protection contre les erreurs sont simultanées, dans les Figures 3 et 4 les deux opérations sont effectuées successivement. Plus précisément, dans une première étape, un codeur/transcodeur JPWL produit un flux codé JPEG 2000 – partie 11 contenant des informations sur la sensibilité aux erreurs. Dans une deuxième étape, un transcodeur JPWL utilise ces informations pour optimiser l'outil de protection contre les erreurs, en produisant un flux codé JPEG 2000 – partie 11 résistant aux erreurs de transmission.

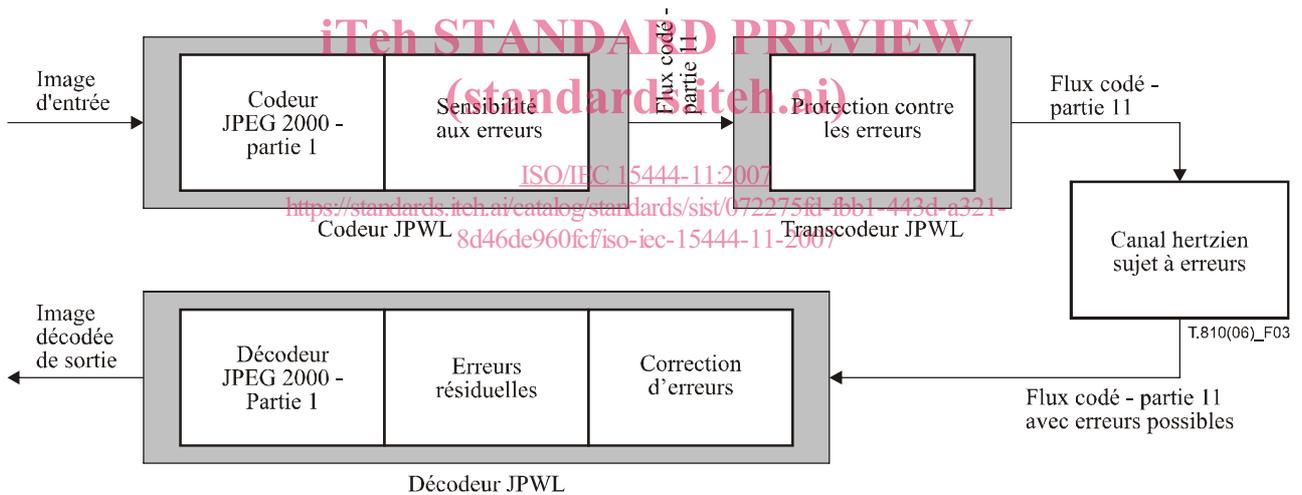


Figure 3 – Description du système JPWL: autre configuration

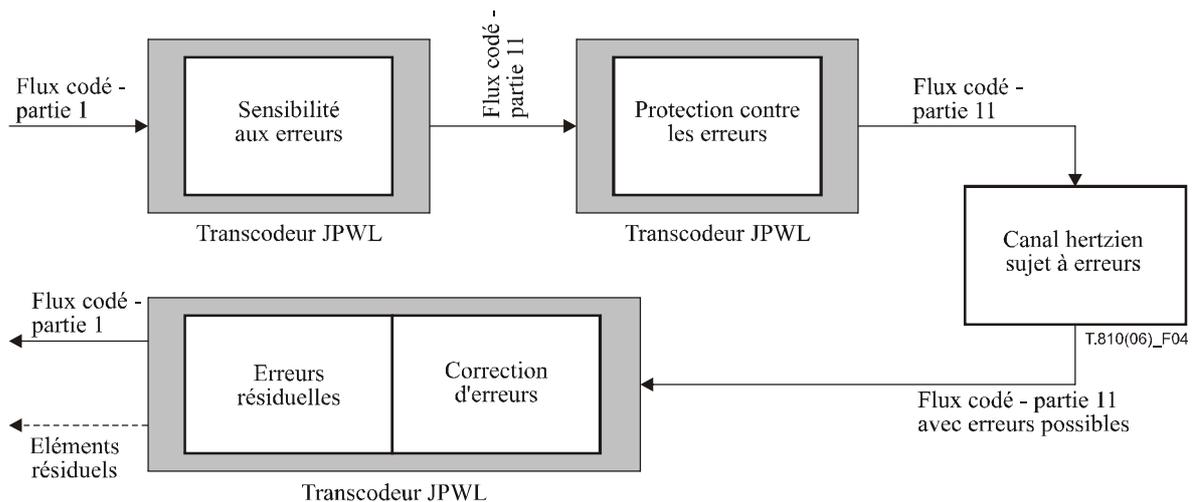


Figure 4 – Description du système JPWL: autre configuration

Le processus de protection contre les erreurs modifie le flux codé de manière à le rendre plus résistant aux erreurs, par exemple en ajoutant des redondances ou en effectuant la partition et l'entrelacement des données. Le processus de correction d'erreurs détecte la présence d'erreurs et les corrige dès que possible. Les techniques de protection du flux codé font intervenir des codes de correction d'erreurs vers l'avant (FEC, *forward error correction*), la partition et l'entrelacement des données, un codage entropique solide et une protection différenciée contre les erreurs.

Le marqueur descripteur de la sensibilité aux erreurs décrit le niveau de sensibilité aux erreurs de transmission des différentes parties du flux codé. Cette information est généralement produite lorsque l'image est codée à l'aide du codeur JPEG 2000 – partie 1 (par exemple Figures 1 et 3), mais elle peut aussi être déduite directement du flux codé – partie 1 (par exemple Figures 2 et 4). Elle peut ensuite être utilisée pour la protection de l'image. Les parties sensibles du flux codé peuvent notamment être plus fortement protégées que les parties moins sensibles (protection différenciée contre les erreurs).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/072275fd-fbb1-443d-a321-1897>

Le marqueur descripteur d'erreurs résiduelles indique où sont situées les erreurs résiduelles dans le flux codé. Les erreurs résiduelles sont des erreurs qui ne peuvent pas être corrigées par l'outil de protection contre les erreurs. Cette information est généralement produite au cours du processus de correction d'erreurs. Elle peut ensuite être utilisée dans le décodeur JPEG 2000 – partie 1 pour empêcher le décodage des parties endommagées du flux.

Les figures ci-dessus illustrant le système JPWL sont des exemples et différentes configurations sont possibles.

Le système JPWL est équipé pour les techniques futures, qui s'ajouteront à celles décrites dans la présente Recommandation | Norme internationale. Le processus d'adjonction des nouvelles techniques est géré par l'Autorité d'enregistrement comme décrit à l'Annexe K.

6 Parties JPWL normatives

Le processus de codage convertit les données d'image source en données d'image comprimées. Tous les processus de codage spécifiés sont donnés à titre informatif.

Un codeur matérialise le processus de codage. Afin d'être conforme à la présente Recommandation | Norme internationale, il doit convertir les données d'image source en données d'image comprimées, conformes à la syntaxe du flux codé spécifiée à l'Annexe A.

Le processus de décodage quant à lui convertit les données d'image comprimées en données d'image reconstituées. Certaines parties du processus de décodage sont normatives, notamment celles qui concernent l'extraction des informations contenues dans les segments marqueurs JPEG 2000 – partie 11 spécifiques, ainsi que celles qui se rapportent au décodage des caractéristiques JPEG 2000 – partie 1. Tous les autres aspects du processus de décodage, par exemple la procédure que doit suivre le décodeur afin de faire face à la présence d'erreurs éventuelles et les mesures qu'il doit prendre pour minimiser leurs effets, ne sont pas spécifiés dans la présente Recommandation | Norme internationale; des directives sont toutefois données à l'Annexe G.

ISO/CEI 15444-11:2006 (F)

Un décodeur matérialise le processus de décodage. Afin d'être conforme à la présente Recommandation | Norme internationale, il doit convertir en image reconstituée toutes ou partie des données d'image comprimées, conformes à la syntaxe du flux codé spécifiée à l'Annexe A.

Il n'y a pas d'implémentation normative ou requise pour le codeur ou le décodeur. Dans certains cas, les descriptions font intervenir des techniques de mise en œuvre particulière à titre illustratif seulement.

A l'Annexe A est décrite la syntaxe qui définit la représentation codée des données d'image comprimées, destinée à l'échange entre des environnements d'application. Toutes les données d'image comprimées doivent posséder une syntaxe et des codes attribués, conformes aux processus de codage définis dans la présente Recommandation | Norme internationale.

Le reste du présent paragraphe donne un aperçu des parties normatives de la présente Recommandation | Norme internationale et renvoie aux annexes respectives pour une description détaillée:

- syntaxe du flux codé (Annexe A): définition de la syntaxe à laquelle doit être conforme celle de tout flux codé JPWL;
- bloc de protection contre les erreurs (Annexe B): outil de protection de l'en-tête d'image (en-tête principal, en-tête de pavé/pavé élémentaire) et de correction des éventuelles erreurs de transmission au moyen de codes FEC;
- marqueur descripteur de la capacité de protection contre les erreurs (Annexe C): description des outils qui ont été utilisés pour protéger le flux codé et pour corriger les éventuelles erreurs de transmission. Ce marqueur descripteur est tributaire d'une Autorité d'enregistrement en ce qui concerne les techniques informatives de protection contre les erreurs;
- marqueur descripteur de la sensibilité aux erreurs (Annexe D): description du niveau de sensibilité des différentes parties du flux codé aux erreurs de transmission. Cette information est généralement produite lors du codage de l'image. Elle peut ensuite servir lors de l'application de techniques de protection différenciée contre les erreurs (UEP, *unequal error protection*), où il est tenu compte de la sensibilité aux erreurs;
- marqueur descripteur d'erreurs résiduelles (Annexe E): description des emplacements des erreurs résiduelles dans le flux codé. Les erreurs résiduelles sont des erreurs qui ne peuvent être corrigées par les outils de protection de l'image. Cette information est généralement produite lors du décodage du flux codé;
- autorité d'enregistrement (Annexe K): définition de la fonction de l'Autorité d'enregistrement (RA, *registration authority*);

7 Parties JPWL informatives

Le présent paragraphe donne un aperçu des parties informatives de la présente Recommandation | Norme internationale et renvoie aux annexes respectives pour une description détaillée:

- directives de codage (Annexe F): directives relatives à un codage résistant aux erreurs du côté codeur dans le cadre des environnements sujets à erreurs;
- directives de décodage (Annexe G): directives relatives au traitement des erreurs du côté décodeur;
- codage entropique résistant aux erreurs (Annexe H): outils de protection du flux codé et de détection et de correction d'erreurs possibles, s'appuyant sur le codage entropique résistant aux erreurs;
- protection différenciée contre les erreurs (Annexe I): outils de protection différenciée des parties du flux codé en fonction de la sensibilité aux erreurs des parties respectives;
- compatibilité avec l'ISO/CEI 15444 (Annexe J): directives relatives à la compatibilité avec d'autres spécifications dans la série de normes JPEG 2000;
- brevets (Annexe L): déclarations reçues relatives aux droits de propriété intellectuelle, qui s'appliquent à la présente Recommandation | Norme internationale.

Annexe A

Syntaxe du flux codé

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

A.1 Définitions des marqueurs et des segments marqueurs

Dans la présente Recommandation | Norme internationale sont utilisés des segments marqueurs pour délimiter et signaler les caractéristiques du flux codé afin de protéger celui-ci contre les erreurs. En vue de la compatibilité avec les versions antérieures, les marqueurs et les segments marqueurs doivent être inclus dans les en-têtes du flux codé JPEG 2000 – partie 1, qui peuvent être de deux types seulement:

- 1) en-tête principal, placé au début du flux codé;
- 2) en-têtes de pavé élémentaire, placés au début de chaque pavé élémentaire.

Les en-têtes principaux et ceux des pavés élémentaires sont des ensembles de marqueurs et de segments marqueurs.

Comme pour tout autre marqueur normalisé défini dans la norme JPEG 2000 – partie 1, chaque marqueur défini dans la présente proposition a une longueur de deux octets et son premier octet est 0xFF. Le deuxième octet spécifie l'emploi du marqueur et peut prendre une valeur quelconque allant de 0x01 à 0xFE, à l'exception des valeurs déjà utilisées dans la Rec. UIT-T T.81 | ISO/CEI 10918-1 et UIT-T T.84 | ISO/CEI 10918-3 (indiquées pour mémoire dans le Tableau A.1).

Un segment marqueur comporte un marqueur et les paramètres y associés, nommés paramètres marqueurs. Par définition, les deux premiers octets de tout segment marqueur, qui suivent immédiatement le marqueur, doivent correspondre à une valeur entière gros-boutienne sans signe qui indique la longueur en octets des paramètres marqueurs (comprenant les deux octets de ce paramètre de longueur mais sans les deux octets du marqueur lui-même). Lorsque le décodeur repère un segment marqueur non spécifié dans la présente Recommandation | Norme internationale, il doit utiliser le paramètre de longueur pour rejeter le segment marqueur.

A.2 Domaines des codes de marqueur définis dans la présente Recommandation | Norme internationale

Conformément à la syntaxe utilisée pour chaque marqueur et segment marqueur, définie dans la Rec. UIT-T T.81 | ISO/CEI 10918-1, certains marqueurs sont réservés, dans la présente Recommandation | Norme internationale, à la signalisation, comme indiqué dans le Tableau A.1. Dans ce Tableau A.1 sont rappelées les différentes valeurs des marqueurs déjà en vigueur ou réservés.

Tableau A.1 – Définition des marqueurs

Domaine des valeurs des marqueurs	Norme où sont définies les valeurs
0xFF00, 0xFF01, 0xFFFE, 0xFFC0 – 0xFFDF	Définies dans la Rec. UIT-T T.81 ISO/CEI 10918-1
0xFFFF0 – 0xFFFF6	Définies dans la Rec. UIT-T T.84 ISO/CEI 10918-3
0xFFFF7 – 0xFFFF8	Définies dans la Rec. UIT-T T.87 ISO/CEI 14495-1
0xFF4F – 0xFF65, 0xFF6A – 0xFF6F, 0xFF90 – 0xFF93	Rec. UIT-T T.800 ISO/CEI 15444-1
0xFF66 – 0xFF69	Définies dans la présente Recommandation Norme internationale
0xFF30 – 0xFF3F	Réservées pour la définition de marqueurs uniquement (non de segments marqueurs)
	Toutes les autres valeurs sont réservées

A.3 Règles applicables aux marqueurs et segments marqueurs ainsi qu'au flux codé

Les segments marqueurs décrits dans la présente Recommandation | Norme internationale respectent les règles énoncées au § A.1.3 de la norme JPEG 2000 – partie 1.