

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –
Part 12-1: Metadata for identification of colour gamut (Gamut ID)**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 12-1: Métadonnées d'identification des gammes de couleurs (Gamut ID)**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61966-12-1

Edition 1.0 2011-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management –
Part 12-1: Metadata for identification of colour gamut (Gamut ID)**

**Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur –
Partie 12-1: Métadonnées d'identification des gammes de couleurs (Gamut ID)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 17.180.20; 33.160

ISBN 978-2-88912-826-6

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Abbreviations	8
5 Overview	8
6 Header of Gamut ID metadata	9
7 Description of gamut geometry (full profile)	10
7.1 General.....	10
7.2 Gamut geometry.....	11
7.3 Header of description of gamut geometry	12
7.4 Gamut instances	14
7.5 Gamut hulls.....	16
7.6 Gamut component.....	17
7.6.1 General	17
7.6.2 Packing of face indices.....	17
7.7 Faces.....	18
7.7.1 General	18
7.7.2 Packing of vertex indices.....	19
7.8 Vertices.....	19
7.8.1 General	19
7.8.2 Packing of colour space coordinates for vertices	20
8 Description of gamut geometry (medium and simple profiles)	21
8.1 General.....	21
8.2 Medium profile.....	21
8.3 Simple profile	21
9 Description of colour reproduction	22
Annex A (informative) Size of Gamut ID metadata	25
Annex B (informative) Motivation and requirements	26
Annex C (informative) Use of profiles.....	32
Annex D (informative) Example of Gamut ID metadata in simple profile	34
Bibliography.....	38
Figure 1 – Logical structure of the description of gamut geometry (full profile)	11
Figure B.1 – Scope of Gamut ID – Generation and use of metadata are not specified	27
Figure B.2 – Example of a description of gamut geometry in CIEXYZ colour space consisting of a set of triangular faces.....	28
Figure B.3 – Example of a gamut with identified ridge due to colorant channels.....	30
Figure B.4 – Example of a non-convex gamut with two convex gamut hulls.....	31
Table 1 – Format of Gamut ID metadata	8
Table 2 – Header of Gamut ID metadata.....	9

Table 3 – Bit depth for encoding of a colour space coordinate	10
Table 4 – Description of gamut geometry	12
Table 5 – Header of description of gamut geometry	13
Table 6 – Gamut instances	14
Table 7 – i th Gamut instance	15
Table 8 – Gamut hulls	16
Table 9 – h th gamut hull.....	16
Table 10 – Definition of gamut components	17
Table 11 – c th gamut component	17
Table 12 – Example for packing of gamut components.....	18
Table 13 – Definition of faces	18
Table 14 – Example for packing of faces.....	19
Table 15 – Vertices.....	20
Table 16 – Packing of 10-bit colour space coordinates.....	20
Table 17 – Packing of 12-bit colour space coordinates.....	21
Table 18 – Description of gamut geometry (simple profile).....	22
Table 19 – Header of description of gamut geometry (simple profile)	22
Table 20 – Definition of vertices (simple profile).....	22
Table 21 – Header of description of colour reproduction	23
Table B.1 – Requirements and Gamut ID features	29
Table C.1 – Profiles for the description of gamut geometry	32
Table D.1 – Colour gamut for digital cinema	34
Table D.2 – Example for the header.....	34
Table D.3 – Example for the header of description of gamut geometry.....	35
Table D.4 – Example of definition of vertices	35
Table D.5 – Encoded colour space coordinates for vertices	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT –
COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –**
Part 12-1: Metadata for identification of colour gamut (Gamut ID)

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61966-12-1 has been prepared by technical area 2: Colour measurement and management, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This bilingual version (2011-12) corresponds to the monolingual English version, published in 2011-01.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
100/1757/FDIS	100/1776/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The French version of this standard has not been voted upon.

A list of all parts of the IEC 61966 series, published under the general title *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

INTRODUCTION

New technologies in capturing and displaying wide-gamut colour images enable a new market of wide-gamut video colour content creation. Recent video standards for wide gamut colour space encoding such as IEC 61966-2-4 (xvYCC) were established in order to be able to distribute content with a colour gamut that is extended with respect to classical colour gamuts such as defined by colorimetry standards ITU-R BT.601 (standard definition television) and ITU-R BT.709 (high definition television). With the increasing popularity of wide gamut and high dynamic range content and displays, the variety of colour gamuts of displays is expected to increase. This issue can be an obstacle for adopting wide-gamut video colour content in professional content creation since the compatibility of the content to the employed displays as well as the compatibility among different displays is not ensured. The term display includes here any video colour reproduction equipment, such as direct view displays and projectors. Thanks to improvements of technology, the variety of colour gamut and colour reproduction capacities of displays increases while the colour gamut and the colour encoding rules of existing colour space encoding standards are fixed.

To address this issue, the IEC standard Gamut ID (IEC 61966-12-1) specifies a colour gamut metadata scheme for video systems including information for colour reproduction. This metadata can amend a video content or a display. More specifically, improvements can be achieved if the wide-gamut colour content is created with the knowledge of the display colour gamut as well as if the colour reproduction in the display is done with the knowledge of the colour gamut of the pictorial content.

This standard enables video systems defining their own colour gamut. This standard defines necessary metadata that allows managing inhomogeneous video systems with different colour gamuts. This standard generalizes existing colour space encoding standards having a fixed colour gamut.

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 12-1: Metadata for identification of colour gamut (Gamut ID)

1 Scope

This part of IEC 61966 defines the colour gamut metadata scheme for video systems and similar applications.

The metadata can be associated with wide gamut video colour content or to a piece of equipment to display the content.

When associated with content, the colour gamut metadata defines the gamut for which the content was created. It can be used by the display for controlled colour reproduction even if the display's colour gamut is different from that of the content.

When associated with a display, the colour gamut metadata defines the display colour gamut. It can be used during content creation to enable improved colour reproduction.

The colour gamut metadata may cover associated colour encoding information, which includes all information required for a controlled colour reproduction, when such information is not provided by the colour encoding specification.

The colour gamut metadata scheme provides scalable solutions. For example, more flexible solutions will be used for the professional use, while much simpler solutions will be used for consumer use with easier product implementation.

This part of IEC 61966 only defines the colour gamut metadata scheme. Vendor-specific solutions for creation and end-use of this metadata are allowed.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(845):1987, *International electrotechnical vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IEC 61966-2-4:2006, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-4: Colour management – Extended-gamut YCC colour space for video applications – xvYCC*

ISO 15076-1:2005 *Image technology colour management – Architecture, profile format and data structure – Part 1: Based on ICC.1:2004-10*

ISO 22028-1:2004, *Photography and graphic technology – Extended colour encodings for digital image storage, manipulation and interchange – Part 1: Architecture and requirements*

ITU-R BT.709-5:2002, *Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange*

CIE 15:2004, Colorimetry

SMPTE 274M:2005, *SMPTE Standard for Television - 1920 x 1080 Image Sample Structure, Digital Representation and Digital Timing Reference Sequences for Multiple Picture Rates*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions as well as the terms and definitions of colour space, illuminance, luminance, tristimulus, and other related lighting terms of IEC 60050(845) apply.

3.1 content

video content in production, post-production or consumption

3.2 gamut

a solid in a colour space

3.3 gamut boundary description

description of the boundary of a colour gamut

3.4 radiometrically-linear colour space coordinates

colour space coordinates that are linear with respect to image radiance

4 Abbreviations

GBD	Gamut Boundary Description
LSB	Least Significant Bit
MSB	Most Significant Bit
GI	Gamut Instance
GH	Gamut Hull
GC	Gamut Component

5 Overview

This standard specifies metadata called “Gamut ID metadata” providing information on an actual colour gamut.

The Gamut ID metadata contains four parts and its format is summarized in Table 1.

Table 1 – Format of Gamut ID metadata

Byte # hex	Metadata content
0h0000	Header of Gamut ID metadata
ID_G	Description of gamut geometry
ID_E	Description of colour reproduction

Clause 6 specifies the header of Gamut ID metadata.

Clauses 7 and 8 specify the description of gamut geometry that corresponds to one of three profiles as listed below:

- full profile;
- medium profile;
- simple profile.

Clause 7 specifies the full profile of the description of gamut geometry. The medium and simple profiles are specified in Clause 8.

Clause 9 specifies the description of colour reproduction.

6 Header of Gamut ID metadata

The Gamut ID metadata starts with the header shown in Table 2.

Table 2 – Header of Gamut ID metadata

Byte # hex	Size bytes	Sym- bols	Description									Values
			7	6	5	4	3	2	1	0		
00	1	N, P	R	ID_PROFILE	ID_PRECISION	ID_GBD_SPACE	R = reserved = 0b0 (1bit) ID_PFOFILE (2 bits): 0b00: Full profile 0b01: Medium profile 0b10: Simple profile 0b11: Reserved ID_PRECISION (2 bits): 0b00: 8 bits 0b01: 10 bits 0b10: 12 bits 0b11: Reserved ID_GBD_SPACE (3bits): 0b000: ITU-R BT.709 RGB 0b001: xvYCC-601 (IEC 61966-2-4 -SD) YCC 0b010: xvYCC-709 (IEC 61966-2-4 -HD) YCC 0b011: XYZ (see below) 0b100: Reserved 0b101: Reserved 0b110: Reserved 0b111: Reserved					
01	2	ID_G	Byte # of start of the description of gamut geometry									[0h0009;0hFFFF]
03	2	ID_E	Byte # of start of the description of colour reproduction									[0;0hFFFF]
05	2		Reserved. Shall be zero.									0h0000
07	2		Reserved. Shall be zero.									0h0000

ID_PROFILE indicates the profile of the Gamut ID metadata and shall be one of

- 0b00: Full profile,
- 0b01: Medium profile,
- 0b11: Simple profile.

ID_GBD_SPACE indicates the colour space and the colour space encoding for colour vertices in the description of gamut geometry and shall be one of

- 0b000: ITU-R BT.709, RGB space, encoding according to SMPTE 274M,
- 0b001: xvYCC-601, YCbCr space, encoding according to IEC 61966-2-4 – SD,
- 0b010: xvYCC-709, YCbCr space, encoding according to IEC 61966-2-4 – HD,
- 0b011: XYZ; encoding shall use the XYZNumber format of ICC profiles specified in ISO 15076-1:2005 taking 12 bytes for one XYZ triple.

aID_PRECISION and ID_GBD_SPACE specify according to Table 3 the number N of bits that are used per colour channel in order to define the coordinates of a colour in a colour space.

Table 3 – Bit depth for encoding of a colour space coordinate

ID_GBD_SPACE	ID_PRECISION	Bit depth N
0b000 or 0b001 or 0b010	0b00	8 bits
	0b01	10 bits
	0b10	12 bits
	0b11	Reserved
0b011	Any	32 bits
0b100 or 0b101 or 0b110 or 0b111	Any	Reserved

ID_G indicates the offset in bytes from the beginning of Gamut ID metadata to the beginning of the description of gamut geometry.

If ID_E is different from 0h0000, the Gamut ID metadata contains a description of colour reproduction and ID_E indicates the offset in bytes from the beginning of Gamut ID metadata to the beginning of the description of colour reproduction. If ID_E has the value 0h0000, the Gamut ID metadata does not contain a description of colour reproduction.

7 Description of gamut geometry (full profile)

7.1 General

In the header of Gamut ID metadata, if ID_PROFILE equals 0b00, the description of gamut geometry shall correspond to the full profile.

7.2 Gamut geometry

The description of gamut geometry of the Gamut ID metadata describes the boundary of the actual colour gamut. The description of gamut geometry starts at byte number ID_G.

The description of gamut geometry contains five sets of different elements:

- gamut instances,
- gamut hulls,
- gamut components,
- faces, and
- vertices.

The logical structure of the Gamut ID description of colour gamut is shown in Figure 1.

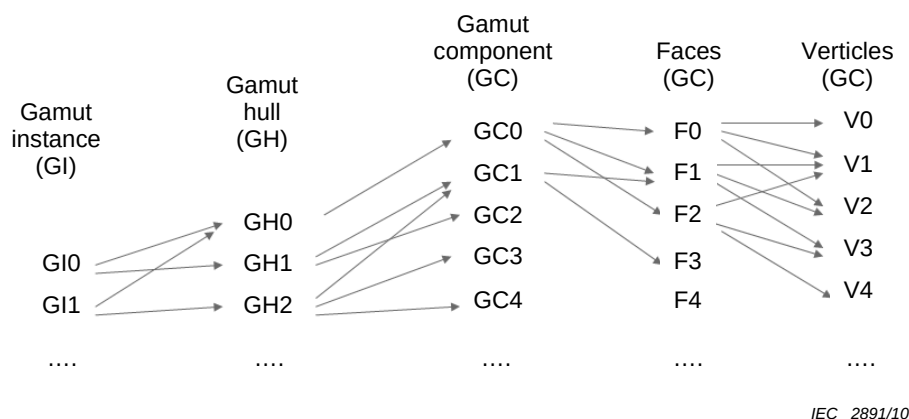


Figure 1 – Logical structure of the description of gamut geometry (full profile)

The description of gamut geometry contains one or more gamut boundary descriptions that each describes the boundary of the same actual colour gamut. A GBD contains vertices and triangular faces. Each face is defined by the indices of three vertices.

A gamut component is a group of connex triangular faces. A GC is a part of a boundary description. A GC is defined by one or more indices of faces.

A gamut hull is a group of connex gamut components building all together a closed surface. This surface is the boundary description of a connex volume in CIEXYZ colour space. Each GH is defined by one or more indices of GCs. A GH may refer to a single GC. In this case the GC must be a closed surface boundary description by itself. A GH may refer to a list of GCs, in that case all GCs together build a closed surface boundary description of a connex volume.

A gamut instance is a group of gamut hulls building all together a valid GBD of the actual colour gamut. A GI is defined by one or more indices of gamut hulls. A GI may refer to a single GH, in this case the single GH describes by itself the actual colour gamut. A GI may refer to a list of GHs, in this case the union of the volumes of the GHs describes the actual colour gamut.

The description of gamut geometry contains one or more different gamut instances. Each GI is a complete and valid GBD. Two GIs differ in at least one of the following characteristics:

- Level of detail
→ The higher the level, the higher the number of faces.
- Non-convex shape
→ A GI may allow or not allow the use of non-convex shapes.
- Percentage of gamut colours
→ GIs may contain different percentages of the colours of the actual colour gamut.

A GI may have additional, optional characteristics:

- Inverted gamut components
→ A GC is used as inverted GC if it referenced by one or more GH assuming that its surface orientation is inverted.
- Indication of gamut ridges
→ Vertices may be marked as gamut ridges if they correspond to positions on the surface of the actual colour gamut having non continuous surface curvature.

The description of gamut geometry is summarized in Table 4.

Table 4 – Description of gamut geometry

Byte # hex	Description
ID_G	Header of description of gamut geometry
ID_GI	Gamut instances
ID_GH	Gamut hulls
ID_GC	Gamut components
ID_F	Faces
ID_V	Vertices

7.3 Header of description of gamut geometry

The header of the description of gamut geometry follows the header of Gamut ID metadata and is defined according to Table 5.

Table 5 – Header of description of gamut geometry

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values decimal
ID_G	2	ID_GI	Byte # of start of gamut instances	[0;0hFFFF]
ID_G + 02	2	ID_GH	Byte # of start of gamut hulls	[0;0hFFFF]
ID_G + 04	2	ID_GC	Byte # of start of gamut components	[0;0hFFFF]
ID_G + 06	2	ID_F	Byte # of start of faces	[0;0hFFFF]
ID_G + 08	2	ID_V	Byte # of start of vertices	[0;0hFFFF]
ID_G + 0A	1		Reserved	0
ID_G + 0B	1		Reserved	0
ID_G + 0C	1	K	Number of levels of detail	$1 \leq K \leq 255$
ID_G + 0D	2	F_{MAX}	Maximum number of faces in lowest level of detail	$1 < F_{MAX} \leq F$ (F see Table 6)
ID_G + 0F	1	P	Number of levels of colour population	$0 < P \leq 128/K$
ID_G + 10	1	$2Q_0$	Double of percentages of gamut colours	[0;200]
ID_G + 11	1	$2Q_1$	Double of percentages of gamut colours	[0;200]
⋮				
ID_G + 10 + P-1	1	$2Q_{P-1}$	Double of percentages of gamut colours	[0;200]
ID_G + 10 + P	1	X	Convex or non-convex shape $X=1$: all GIs and all GHs shall be convex $X=2$: GIs and GHs may be convex or non-convex	$1 \leq X \leq 2$

16 bit integer or address values are encoded into 2 bytes bytes using big endian, i.e. with the MSBs in the first byte and the LSBs in the second byte.

ID_GI, ID_GH, ID_GC, ID_F and ID_V shall give the offset in bytes from the beginning of Gamut ID metadata to the beginning of gamut instances, gamut hulls, gamut components, faces and vertices data, respectively.

K indicates the number of levels of details. The Gamut ID metadata contains at least K GIs. If $K = 1$ there are no different level of details. Each GI is marked individually with a level of detail (0,1,..., $K - 1$), see Table 7.

F_{MAX} shall indicate the maximum number of faces for a GI having the lowest level of detail (level 0). See Table 7 for definition of level of details. See Table 13 for faces definition.

P indicates the number of alternative GIs populated by different percentages of colours of the actual colour gamut. If $P > 1$, there are P alternative GIs describing the same actual colour gamut but containing different percentages of colours of the actual colour gamut. The Gamut ID metadata contains at least P GIs. Each GI is marked individually with a population level (0,1,..., $P - 1$), see Table 7.

$2Q_0 \dots 2Q_{P-1}$ are the doubles of the percentages $Q_0 \dots Q_{P-1}$ of colours associated with the population levels $(0,1,\dots,P-1)$. A percentage shall approximately indicate how many percent of colours $(0..100)$ of the actual colour gamut are contained in the volume described by a GI of the corresponding population level. As a matter of definition, $Q_0 \dots Q_{P-1}$ percentages can be defined in steps of 0,5 points.

X indicates whether the Gamut ID uses only convex shapes ($X = 1$) or may use convex and non-convex shapes ($X = 2$). When $X = 1$, each GI shall correspond to a convex shape and each GH shall correspond to a convex shape. When $X = 2$, GIs are organized into pairs. Each pair contains a first GI (marked as “convex”, see Table 7) that corresponds to a convex shape and which references only GHs that correspond to a convex shape. The second GI of the pair (marked as “non convex”, see Table 7) may correspond to a non-convex shape and may reference GHs that correspond to non-convex shapes. The Gamut ID metadata contains at least X GIs.

7.4 Gamut instances

The description of gamut geometry contains one or more gamut boundary descriptions of the actual colour gamut. One single GBD is called gamut instance. A user of Gamut ID metadata may use any one or any number of GIs of Gamut ID metadata. The GIs are defined by a list of GIs from byte number ID_GI on according to Table 6. The order in the list is arbitrary but fixed.

Table 6 – Gamut instances

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
ID_GI	1	I	Total number of gamut Instances	$I = X P K$
ID_GI + 01	$6 + H_0$		Definition of GI no. 0,	see Table 7
ID_GI + 01 + $6 + H_0$	$6 + H_1$		Definition of GI no. 1	see Table 7
:				
:				
ID_GI + 01 + $\sum_{i=0}^{I-2} (6 + H_i)$	$6 + H_{I-1}$		Definition of GI no. $I-1$	see Table 7

I is the number of GIs and shall be equal to the product of X , P and K as defined in Table 5. The i th GI, $i = 0 \dots I - 1$, is defined according to Table 7.

Table 7 – i th Gamut instance

Relative byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
00	1	K_i	Level of detail of this GI	$0 \leq K_i \leq K-1$
01	2	F_i^{GI}	Number of faces used by this GI	$F_i^{GI} \leq 2^i F_{MAX}$ (F_{MAX} see Table 5)
03	1	X_i^{GI}	This GI defines a convex shape ($X_i^{GI} = 1$) or may define a non-convex shape ($X_i^{GI} = 2$)	$1 \leq X_i^{GI} \leq X$ (X see Table 5)
04	1	P_i	Level of colour population of this GI	$0 \leq P_i \leq P-1$ (P see Table 5)
05	1	H_i	Number of gamut hulls referenced by this GI	$1 \leq H_i \leq H$ (H see Table 8)
06	H_i		Indices of referenced GHs	$[0; H-1]$ Shall be valid indices of GH

K_i is the level of detail of the i th GI. The GI is of lowest level of detail is $K_i = 0$. If K_i is larger than the level of detail K_j of a j -th GI of same type ($P_i = P_j$, $X_i = X_j$) then the i th GI has a higher level of detail, i.e. a more precise geometric description, than the j th GI.

F_i^{GI} is the number of faces used by the i th GI. This number should correspond to the number of faces referenced by those gamut components (see Table 10) that are referenced by those gamut hulls (see Table 8) that are referenced by the i th GI. The number F_i^{GI} of faces should be equal or smaller than $2^{K_i} F_{MAX}$ (F_{MAX} see Table 6).

X_i^{GI} is an indicator on convex or non-convex shape. If $X_i^{GI} = 1$, the i th GI defines a convex shape and each GH referenced by the i th GI defines a convex shape by itself. If $X_i^{GI} = 2$, the i th GI may define a convex or a non-convex shape and each of the GHs referenced by the i th GI may define a convex or a non-convex shape by itself.

P_i is the population level of the i th GI. The i th GI shall contain approximately Q_{P_i} percent of colours of the actual colour gamut. Different GIs with same population level shall contain approximately the same percentage of colours of the actual colour gamut. A GI with population level P_i shall contain at least all colours of another GI with population level P_j if $P_j > P_i$, $K_j = K_i$ and $X_j = X_i$.

H_i is the number of gamut hulls that are referenced by the i th GI. If an i th GI references one gamut hull, then $H_i = 1$ and the gamut hull describes the actual colour gamut. If an i th GI references more than one gamut hull, then $H_i > 1$ and the union of the volumes of all referenced gamut hulls describes the actual colour gamut.

The H_i indices of GHs have each one byte.

7.5 Gamut hulls

The description of gamut geometry contains one or more gamut hulls. Each GH is the closed surface boundary description defining a connex, closed volume in colour space. A GH may be referenced by one or more GIs. A GI may reference one or more GHs. A GH may describe by itself the actual colour gamut or just a part of it. The GHs are defined by a list of GHs from byte number ID_GH on according to Table 8. The order in the list is arbitrary but fixed.

H is the total number of GHs contained in the Gamut ID metadata. The h th GH, $h = 0 \dots H - 1$, is defined according to Table 9.

Table 8 – Gamut hulls

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
ID_GH	1	H	Total number of gamut hulls	$0 \leq H \leq 255$
ID_GH + 01	$3 + C_0 + \overline{C_0}$		Definition of GH no. 0	see Table 9
ID_GH + 01 + 2 + $C_0 + \overline{C_0}$	$3 + C_1 + \overline{C_1}$		Definition of GH no. 1	see Table 9
⋮ ⋮				
ID_GH + 01 + $\sum_{h=0}^{H-2} (3 + C_h + \overline{C_h})$	$3 + C_{H-1} + \overline{C_{H-1}}$		Definition of GH no. $H - 1$	see Table 9

Table 9 – h th gamut hull

Relative byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
00	1	X_h^{GH}	Indication whether this GH defines a convex shape or any shape (convex or non-convex)	$1 \leq X_h^{GH} \leq X$ (X see Table 5) $X_h^{GH} = 1$: convex shape $X_h^{GH} = 2$: convex or non-convex shape
01	1	C_h	Number referenced gamut components that are used non-inverted by this GH	$1 \leq C_k + \overline{C_k} \leq C$ (C see Table 10)
02	1	$\overline{C_h}$	Number of referenced gamut components that are used inverted by this GH	
03	C_h		Indices of referenced gamut components	$[0; C - 1]$ shall be valid indices of GCs
$03 + C_h$	$\overline{C_h}$		Indices of referenced gamut components used in an inverted manner	

$C_h + \overline{C_h}$ is the number of gamut components that are referenced by the h th GH. If a h th GH references one GC, then $C_h + \overline{C_h} = 1$ and the GC defines by itself the closed surface of the GH. If a h th GH references more than one GC, then $C_h + \overline{C_h} > 1$ and all referenced GCs

build together the closed surface of the GH. When a GC is used inverted, the surface normals of the faces referenced by this GC are used in the inverse sense. For referenced faces, see Table 10. For surface normals, see 7.7.

7.6 Gamut component

7.6.1 General

The description of gamut geometry contains one or more gamut components that each defines a connex piece of a boundary description of a surface in CIEXYZ colour space. A GC may be referenced by one or more GHs. A GH may reference one or more GCs. A GC may be the boundary description of a closed surface in 3D colour space or a piece of it. The GCs are defined by a list of GCs from byte number ID_GC on according to Table 10. The order in the list is arbitrary but fixed.

Table 10 – Definition of gamut components

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
ID_GC	1	C	Total number of gamut components	$0 \leq C \leq 255$
ID_GC + 01	$2 + \lceil F_0 \lg(F) / 8 \rceil$		Definition of GC no. 0	see Table 11
ID_GC + 01 + 02 + $\lceil F_0 \lceil \lg(F) \rceil / 8 \rceil$	$2 + \lceil F_1 \lg(F) / 8 \rceil$		Definition of GC no. 1	see Table 11
⋮				
ID_GC + 01 + $\sum_{c=0}^{C-2} (02 + \lceil F_c \lceil \lg(F) \rceil / 8 \rceil)$	$2 + \lceil F_{C-1} \lg(F) / 8 \rceil$		Definition of GC no. $C - 1$	see Table 11

C is the total number of GCs contained in the Gamut ID metadata. In Table 11, $\lceil \bullet \rceil$ is the operation that rounds to the next upper integer if the operand is not an integer and $\lg(\bullet)$ is the logarithm to the base of 2.

The c th GC, $c = 0 \dots C - 1$, is defined according to Table 11.

Table 11 – c th gamut component

Relative byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
00	2	F_c	Number faces referenced by this GC	$1 \leq F_c \leq F$ (F see Table 13)
02	$\lceil F_c \lceil \lg(F) \rceil / 8 \rceil$		Indices of referenced faces	$[0; F - 1]$ shall be valid indices of faces, F see Table 13

7.6.2 Packing of face indices

The indices of the faces are packed into bytes. Each index of a face takes $\lg(F)$ bits. Packing is organized GC wise, i.e. the first face index of a GC always starts at the beginning of a byte.

An example of packing is given for the case of $C = 2$ gamut components each using $F_0 = F_1 = 4$ faces from a total of $F = 8$ faces. Each GC takes $\lceil N \cdot \lceil \log_2(F) \rceil \cdot F_c / 8 \rceil = \lceil \lceil \log_2(8) \rceil \cdot 4 / 8 \rceil = 2$ bytes for the indices of the faces. The definition of the GCs requires in total $1 + 2C + \sum_{c=0}^{C-1} \lceil \log_2(F) F_c / 8 \rceil = 5 + \sum_{c=0}^1 \lceil \lceil \log_2(8) \rceil \cdot 4 / 8 \rceil = 5 + 2 \lceil 12 / 8 \rceil = 9$ bytes. Packing is as shown in Table 12.

Table 12 – Example for packing of gamut components

Byte # hex	Size	Value binary							
		7	6	5	4	3	2	1	0
ID_GC	1	0b00000010							
ID_GC + 01	1	0 (MSB)							
ID_GC + 02	1	0b100 (LSB)							
ID_GC + 03	1	1. index			2. index			3. index MSBs	
ID_GC + 04	1	3. i. LSB	4. index			Unused			
ID_GC + 05	1	0 (MSB)							
ID_GC + 06	1	0b100 (LSB)							
ID_GC + 07	1	1. index			2. index			3. index MSBs	
ID_GC + 08	1	3. i. LSB	4. index			Unused			
LSB are the least significant bits; MSB are the most significant bits.									

7.7 Faces

7.7.1 General

The faces are defined by a list of faces from byte number ID_F on according to Table 11. The order in the list is arbitrary but fixed.

Table 13 – Definition of faces

Byte # hex	Size	Symbol	Description	Values
ID_F	2	F	Total number of faces	$6 \leq F < 65\,535$
ID_F+02	$\lceil 3F \lceil \log_2(V) \rceil / 8 \rceil$		$3F$ indices of vertices	$[0; V - 1]$ Must be a valid indices of vertices

F is the total number of faces of the description of gamut geometry and shall be at least 6 or shall equal zero (see Clause 8). For each face, three indices of vertexes are indicated, in total $3F$ indices.

If a sample face is defined by three indices index of three vertices V_0 , V_1 , V_2 , respectively, in CIEXYZ space, the surface normal of the face is defined as follows:

$$v = \frac{(V_2 - V_0) \times (V_1 - V_0)}{|V_2 - V_0| \cdot |V_1 - V_0|}$$

where

$\times$ is the vector cross product:

$|\bullet|$ is the vector length operator, and

v is the surface normal.

7.7.2 Packing of vertex indices

The indices of the vertices of all faces are packed into bytes. Each index of a face takes $ld(V)$ bits, for V see Table 15.

An example of packing is given for the case of $F = 6$ faces and $V = 5$ vertices. Each index of a vertex takes $ld(V) = 3$ bits. All indices take $\lceil 3F \lceil ld(V) \rceil / 8 \rceil = 7$ bytes.

Packing is as shown in Table 14.

Table 14 – Example for packing of faces

Byte # hex	Size	Value							
		Bits							
		7	6	5	4	3	2	1	0
ID_F	2	0h0006							
ID_F + 02	1	F0 index0			F0 index1			F0 index2 MSBs	
ID_F + 03	1	F0 i.2 LSB	F1 index0			F1 index1			F1 i.2 MSB
ID_F + 04	1	F1 i.2 LSBs	F2 index0			F2 index1			
ID_F + 05	1	F2 index2			F3 index0			F3 index1 MSBs	
ID_F + 06	1	F3 i.1 LSB	F3 index2			F4 index0			F4 i.1 MSB
ID_F + 07	1	F4 i.1 LSBs	F4 index2			F5 index0			
ID_F + 08	1	F5 index1			F5 index2			0b00	

7.8 Vertices

7.8.1 General

The vertices are defined by a list of vertices from byte number ID_V on, see Table 15.

The order in the list is arbitrary but fixed.

Table 15 – Vertices

Byte # hex	Size	Symbol	Description	Values
ID_V	2	V	Total number of vertices	$5 \leq V < 65\,535$
ID_V+02	2	R	Number of vertices belonging to gamut ridges	$0 \leq R \leq V$
ID_V+04	$\lceil 3VN/8 \rceil$		$3V$ encoded colour space coordinates defining V vertices	Encoded colour space coordinates
ID_V+04+ $\lceil 3VN/8 \rceil$	$\lceil R \lceil \lg(V) \rceil / 8 \rceil$		R indices of vertices belonging to gamut ridges	$[0; V - 1]$ Must be a valid indices of vertices

Hereby is $\lceil \bullet \rceil$ the operation that rounds to the next upper integer. V is the total number of vertices of the description of gamut geometry.

The vertices belonging to gamut ridges are a subset of all vertices. Gamut ridges are positions on the surface of the actual colour gamut having non continuous surface curvature such as ridges or summits.

7.8.2 Packing of colour space coordinates for vertices

For 8 bit encoding, the 12 colour space coordinates are directly coded into 12 bytes. For 10 bit encoding, the vertices are packed according to Table 16. For 12 bit encoding, the vertices are packed according to Table 17.

Table 16 – Packing of 10-bit colour space coordinates

Relative byte # hex	Size bytes	Description							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00	1	A_high							
01	1	A_low		B_high					
02	1	B_low				C_high			
03	1	C_low						D_high	
04	1	D_low							

Table 17 – Packing of 12-bit colour space coordinates

Relative byte # hex	Size bytes	Description							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00	1	A_high							
01	1	A_low				B_high			
02	1	B_low							
03	1	C_high							
04	1	C_low				D_high			
05	1	D_low							

8 Description of gamut geometry (medium and simple profiles)

8.1 General

This clause specifies the simple and medium profile of the description of gamut geometry. See Clause 7 for the full profile.

8.2 Medium profile

In the header of Gamut ID metadata, if ID_PROFILE equals 0b01, the description of gamut geometry shall correspond to the medium profile.

For the description of gamut geometry, the medium profile is identical to the full profile except the following specifications.

In the medium profile, the header of the description of gamut geometry is defined according to Table 5, except:

- the number of levels of colour population shall always be $P = 1$;
- the number of levels of details shall be $K = 1$ or $K = 2$.

The gamut hulls are defined according to Table 8 except:

- the total number H of gamut hulls shall be smaller than or equal to 4.

Each gamut hull is defined according to Table 9 except

- the number of referenced gamut components that are used inverted by the h th GH shall be $\overline{C}_h = 0$.

The gamut components are defined according to Table 10 except:

- the total number C of gamut components shall be smaller than or equal to 4.

8.3 Simple profile

If ID_PROFILE (see Table 2) equals 0b10, the description of gamut geometry shall correspond to the simple profile.

In the simple profile, ID_GBD_SPACE (see Table 2) shall be 0b011.

In the simple profile, the format of the description of gamut geometry is summarized in Table 18.

Table 18 – Description of gamut geometry (simple profile)

Byte # hex	Description
ID_G	Header of description of gamut geometry
ID_V	Vertices

The header of the description of gamut geometry follows the Gamut ID header and is defined according to Table 19.

Table 19 – Header of description of gamut geometry (simple profile)

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
ID_G	2	ID_V	Bite # of start of vertices	ID_G + 04
ID_G + 02	1		Reserved	0
ID_G + 03	1		Reserved	0

The vertices are defined by a list of vertices from byte number ID_V on. In the simple profile, ID_V equals ID_G + 0h04. There are $V = 5$ vertices, one each for white, black, red, green and blue, respectively, according to Table 20:

Table 20 – Definition of vertices (simple profile)

Byte # hex	Size	Symbol	Description	Values
ID_V	2	V	Total number of vertices	Shall be 5
ID_V+02	2	R	Shall be zero	0
ID_V+04	$\lceil 3VN/8 \rceil$		3V encoded colour space coordinates defining V vertices	Encoded colour space coordinates

Hereby is $\lceil \bullet \rceil$ the operation that rounds to the next upper integer.

An example for the description of gamut geometry using the simple profile is given in Annex D.

9 Description of colour reproduction

If the ID_E field in the header of the Gamut ID metadata is not 0h0000, the description of colour reproduction shall follow from byte number ID_E on. The description of colour reproduction determines the link between encoded colour space coordinates and radiometrically-linear CIEXYZ colour space coordinates, as defined in CIE 15, of reproduced colours. When using the description of colour reproduction, the image state of the encoded colour space coordinates shall be output-referred as defined in ISO 22028-1.

The header of the description of colour reproduction shall be according to Table 21. Gamut ID metadata may contain Q distinct colour reproduction models E_0 to E_{Q-1} . With increasing index, the colour reproduction profiles shall have increasing precision and usually have increasing memory foot print. E_0 should have lowest precision and smallest memory foot print.

Table 21 – Header of description of colour reproduction

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values decimal
ID_E	1	Q	Number of levels of detail (number of colour reproduction profiles)	$1 \leq Q \leq 255$
ID_E + 01	SE_0	E_0	First colour reproduction profile	
:				
:				
ID_E + 01 + $\sum_{q=1 \dots Q-1} SE_m$	SE_{Q-1}	E_{Q-1}	Qth colour reproduction profile	

Each Gamut ID colour reproduction model shall be binary encoded using the ICC profile format specified in ISO 15076-1:2005, except that only the following tags are required:

- profileDescriptionTag;
- copyrightTag;
- mediaWhitePointTag;
- chromaticAdaptationTag – when the colour space indicated by ID_GBD_SPACE assumes adaptation to a white with a chromaticity different from that of CIE Illuminant D50;
- At least one of the following tag groups:
 - N-Component LUT-based display profiles tags: AtoB1Tag and BtoA1Tag;
 - Three-component matrix-based display profile tags: redMatrixColumnTag, greenMatrixColumnTag, blueMatrixColumnTag, redTRCTag, greenTRCTag, blueTRCTag.

A Gamut ID colour reproduction model shall not contain one of the following tags from ISO 15076-1:2005:

- outputResponseTag.

A Gamut ID colour reproduction model shall have the following characteristics:

- the rendering intent indicated in the ICC profile header shall be either the ICC-absolute colorimetric intent or the media-relative colorimetric intent;
- the Profile Connection Space (PCS) shall be XYZData;
- if the colour space indicated by ID_GBD_SPACE assumes adaptation to a white with a chromaticity different from that of D50, the ICC chromaticAdaptationTag should contain a linearized Bradford transform according to ISO 15076-1:2005, Annex E as the chromatic adaptation transform (CAT) that transforms CIEXYZ colour space coordinates under the native illumination and with the native adopted white into PCS CIEXYZ colour space coordinates that are adapted to the D50 PCS adopted white.

NOTE The mediaWhitePointTag provides the media white point tristimulus values after chromatic adaptation to the PCS D50 adopted white. All PCS XYZ colour space coordinates, including the mediaWhitePointTag values, are adapted to this white point.

If any of the following ICC profile tags are present in a colour reproduction model, they shall not be used to obtain gamut information:

- gamutTag,
- AtoB0Tag,
- BtoA0Tag,
- AtoB2Tag,
- BtoA2Tag,
- DtoB0Tag,
- BtoD0Tag,
- DtoB2Tag,
- BtoD2Tag.

Annex A (informative)

Size of Gamut ID metadata

This annex gives the size of the following Gamut ID metadata parts: information:

- the header of Gamut ID metadata;
- the description of gamut geometry.

The size of the header of Gamut ID metadata is 9 bytes.

For medium and full profiles, the size in bytes of the description of gamut geometry is referred to as *G*SIZE and is given by

$$G\text{SIZE} = 26 + P + 6I + 3H + 2C + \sum_i H_i + \sum_h (C_h + \overline{C}_h) + \sum_c [F_c \lceil \log_2(F) \rceil / 8] \\ + \lceil 3F \lceil \log_2(V) \rceil / 8 \rceil + \lceil 3VN / 8 \rceil + \lceil R \lceil \log_2(V) \rceil / 8 \rceil$$

where

- I* is the number of gamut instances;
- H* is the number of gamut hulls;
- C* is the number of gamut components;
- F* is the number of faces;
- V* is the number of vertices
- H_i* is the number of GH used by the *i*th GI;
- C_h* is the number of GC used by the *h*th GH;
- $\overline{C}_h$ is the number of inverted GC used by the *h*th GH;
- F_c* is the number of faces used by the *c*th GC
- N* is the number of bits per colour channel.
- R* is the number of vertices belonging to gamut ridges

For the simple profile, *G*SIZE is 77.

Annex B (informative)

Motivation and requirements

B.1 History

In 2006, the IEC published the International Standard IEC 61966-2-4. It defines a wide-gamut colour space encoding and is referenced in HDMI 1.3 [4] and in other documents. At the same time, a gamut metadata packet was adopted for HDMI 1.3 describing the video content colour gamut.

IEC 61966-12-1 (this standard) specifies an extended, generalized and scalable gamut metadata format.

B.2 Motivation

In order to allow correct colorimetric colour reproduction of video content by a video sink, three conditions have to be satisfied.

- a) The encoding of colours of the content has to be correctly understood by the display.
- b) Differences between content and sink colour gamuts have to be identified and processed in a controlled manner.
- c) Differences between display viewing conditions and reference viewing conditions have to be compensated for.

The Gamut ID metadata focuses on the second condition. However, in order to satisfy the second condition, the first and third conditions need to be addressed as well.

A typical example of differences in gamuts is content colours out of the sink gamut. Out-of-gamut colours are usually processed by gamut mapping algorithms. Out-of-gamut colours can never be correctly reproduced, it is a question of colour appearance and artistic intent to know by which valid colour an out-of-gamut colour is to be replaced.

The main motivation for the Gamut ID standard is to offer a unified format in order to define the gamut of the video content that will be gamut mapped by the video sink.

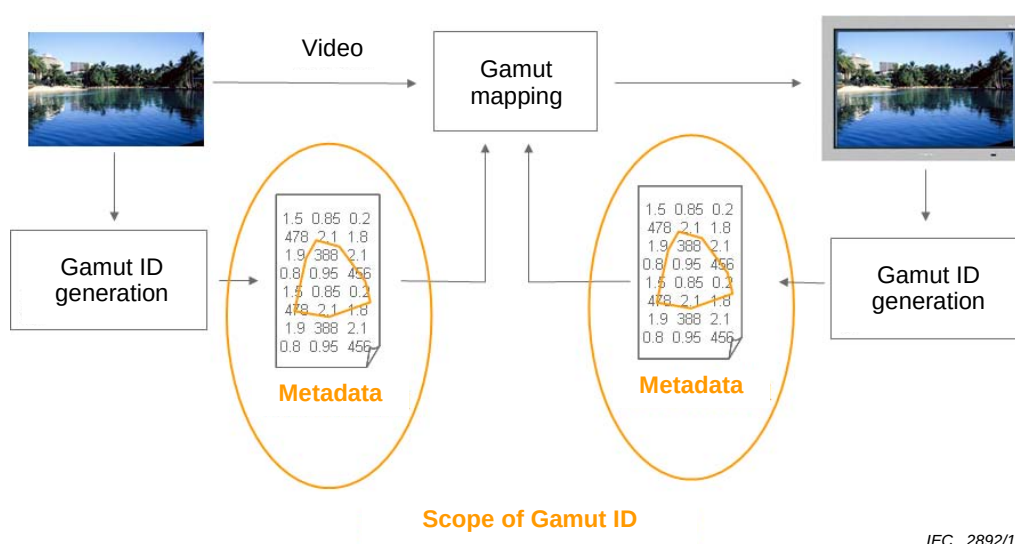
A second motivation for the Gamut ID standard is to offer a unified format in order to define the gamut of the video sink in the case that gamut mapping is not applied by the display but elsewhere.

If the video sink does not know the actual colour gamut of the video content, it needs to map all incoming colours in some way into the sink's gamut. In order to keep image details, a video sink may use some kind of gamut mapping that is more sophisticated than just gamut clipping. The possible colours are defined by the employed colour space encoding and colour reproduction rules (for example SMPTE S274M). We call these possible colours the colour encoding gamut. The content gamut is always identical or smaller than the colour encoding gamut. If there is no description of the actual colour gamut of the content, gamut mapping will use this colour encoding gamut as the content gamut. Gamut mapping will then not be well-adapted to the content and may cause loss or over-shooting of contrast and saturation. As an example, such a result is least acceptable when the actual content gamut is close to the sink gamut, but the encoding gamut is larger than the sink gamut. The Gamut ID metadata solves this problem by associating an description of the actual content gamut to the content.

B.3 Scope of Gamut ID metadata

Figure B.1 shows the scope of the Gamut ID metadata. The metadata is usually associated with video content and/or with video equipment. It contains metadata describing the colour gamut of the video content or the colour gamut of the video equipment and associated colour reproduction information. The video content may be a single frame, a series of frames, just a visible object, or any other pictorial content. The equipment can be a video source (camera, set-top box) or a video sink (display, printer).

This standard specifies the format of the Gamut ID metadata. The Gamut ID metadata can be associated with content or with a display. The standard is open for any method that generates the Gamut ID metadata. Metadata generation is an open field for the content creator to add value to the content or for the equipment manufacturer to add value to the equipment or for the service provider to add value to the service. The Gamut ID metadata standard may be used in a variety of ways, for example to facilitate gamut mapping. This is an open field for content creators, equipment manufacturers and service providers to create added value. Gamut mapping is a well-known topic in the scientific literature [2] and a survey of methods was prepared by the CIE [1].



IEC 2892/10

Figure B.1 – Scope of Gamut ID – Generation and use of metadata are not specified

B.4 Requirements

First, the description of an actual colour gamut in the framework of this standard should use encoded colour space coordinates with an output referred image state. Second, the Gamut ID metadata should support scalability and complexity reduction for implementation with lower computational complexity. Furthermore, the Gamut ID metadata has to consider the physical features of colour spaces, and needs to support creative processes in content production in order to enable high quality applications.

The requirements for the Gamut ID metadata include:

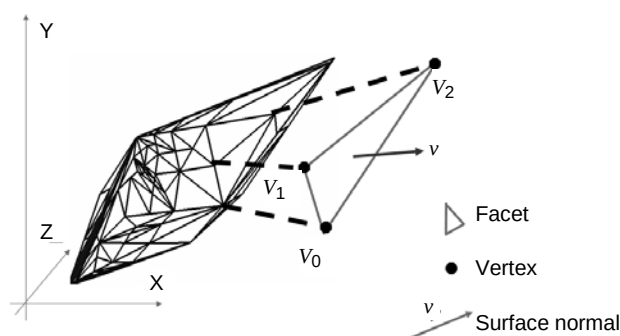
- Addressing colour reproduction
 - Use a colour encoding with an output-referred image state interpretation provided for gamut description
- Scalability
 - Allow different levels of gamut precision

- Allow different levels of precision of colour reproduction
- Low Computational complexity
 - Support existing graphics standards
 - Allow simple gamut geometry using convex shapes
 - Allow gamut decomposition into sub-gamut modules
- Small memory footprint
 - Allow multiple re-use of sub-gamut modules
- Physics-based
 - Consider gamut ridges due to colorant channels
- Creative
 - Consider importance and population of colours in gamuts

These requirements are not met by the HDMI 1.3 gamut metadata packet [4].

B.5 Structure

The description of gamut geometry in the Gamut ID metadata makes use of gamut boundary descriptions. A GBD describes the two-dimensional bounding surface of an actual three-dimensional colour gamut in a colour space. A GBD is based on an indexed face set. Faces are triangular surface elements. Figure B.2 shows an example of a gamut that could be contained in the Gamut ID description of gamut geometry.



IEC 2893/10

Figure B.2 – Example of a description of gamut geometry in CIEXYZ colour space consisting of a set of triangular faces

The description of gamut geometry corresponding to the sample gamut shown in Figure B.2 contains a set of vertices ($V_0, V_1, V_2, V_3, \dots$). Each vertex is defined by three colour space coordinates according to a chosen colour space and a chosen rule for colour encoding. Colour space coordinates have to be in an output-referred image state. The link between the encoded colour space coordinates and reproduced, radiometrically-linear CIEXYZ colour space coordinates depends on the adopted rule for colour reproduction. Gamut ID data may contain an optional, explicit, ICC-like description of colour reproduction.

The description of gamut geometry corresponding to the sample gamut shown in Figure B.2 contains also a set of faces ($F_0, F_1, F_2, F_3, \dots$). Let F_0 being the sample face shown in Figure B.2. Face F_0 is defined by three indices 0,1,2 of its three vertices V_0, V_1, V_2 . A set of such faces is called indexed face set. The surface normal of a face always points outside the gamut. According to the order of indices 0,1,2, the surface normal of F_0 is defined as follows:

$$\nu = \frac{(V_2 - V_0) \times (V_1 - V_0)}{|V_2 - V_0| \cdot |V_1 - V_0|}$$

where

$\times$ is the vector cross product

$|\cdot|$ is the vector length operator and

ν is the surface normal.

The description of gamut geometry is organized in a hierarchical manner such as shown in Figure 1. The description of gamut geometry contains a set of each of the following elements:

- **Vertices:** each defined by its three colour coordinates;
- **Faces:** each defined by exactly three indices of three corresponding vertices of the set of vertices;
- **Gamut components:** each being a connex 3D surface, each defined by a list of at least one face;
- **Gamut hulls:** each being the closed surface of a connex volume in colour space, each defined by a list of at least one gamut component;
- **Gamut instance:** each being a valid gamut boundary description each defined by a list of at least one gamut hull.

Table B.1 shows how the hierarchical structure of the Gamut ID metadata satisfies the mentioned requirements.

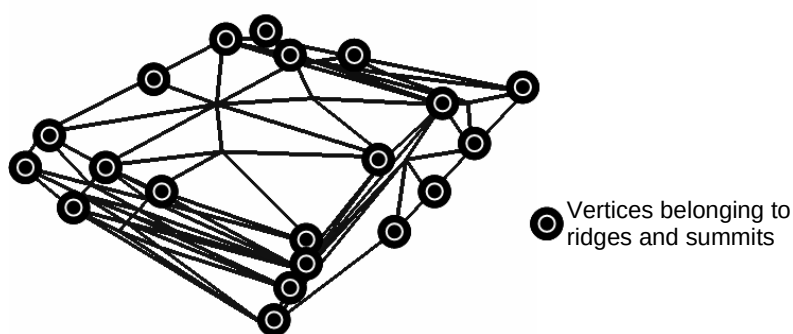
Table B.1 – Requirements and Gamut ID features

Requirement	Gamut ID feature	Advantage
Addressing colour reproduction: Use colour encoding based on output-referred image state for gamut description	The Gamut ID contains an optional description of colour reproduction assuming output-referred image state	Gamut ID metadata can be used to enhance colour reproduction accuracy
Scalability: Allow different levels of precision for gamut description	A Gamut ID may contain K levels of detail. It therefore may contain K different, alternative gamut instances.	The video sink can choose the level of detail according to its capabilities.
Scalability: Allow different levels of precision for colour reproduction	A Gamut ID may contain Q levels of detail for the description of colour reproduction.	The video sink can choose the level of detail according to its capabilities.
Low computational complexity: Allow simple geometry using convex shapes	A Gamut ID allows for geometry with convex and/or non-convex shapes. It may contain more than one, alternative gamut instances, at least one using only convex shapes.	The video sink may choose the GI using only convex shapes in order speed up geometrical operations.
Low computational complexity: Support of existing graphics standards	The Gamut ID is based on an indexed faces set.	Accelerated operations in OpenGL and graphics hardware

Requirement	Gamut ID feature	Advantage
Low computational complexity: Allow gamut decomposition into sub-gamut modules	The Gamut ID may contain modular GIs, each of those defined by one or more gamut hulls, the union of the volumes of these GHs is then the volume of the GI.	The video is able to handle non-convex gamuts while speeding up geometrical operations using convex GHs.
Small memory footprint: Allow multiple re-use of sub-gamut modules	The Gamut ID may contain modular GHs defined by one or more gamut components, all these GCs together build a GH. A GC may be used by more than one GH.	Parts of gamut shape that are common to different GIs are defined only one time, memory footprint is reduced.
Physics-based: Consider gamut ridges due to colorant channels	A vertex may contain a flag indicating that it represents a summit or a ridge with non-continuous gamut surface curvature.	The video sink is able to avoid smoothing at ridges and summits when manipulating gamuts.
Creative: Consider colour population	A Gamut ID may contain $P > 1$ alternative gamut instances each describing alternative gamuts containing different percentages of colours of the actual colour gamut.	The video sink can differentiate between frequent colours and rare colours.

B.6 Specific features

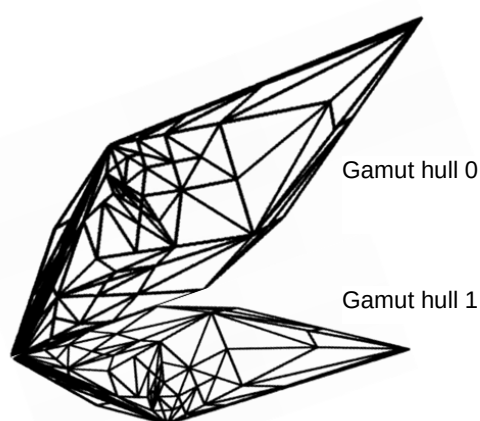
An example for the physics-based requirement to consider gamut ridges in the description of gamut geometry due to colorant channels is shown in Figure B.3. Vertices belonging to a gamut ridge or a gamut summit are marked as such. Ridges can be lines on the gamut surface linking two or more summits of a gamut. Summits can be primary colours, secondary colours, black point, or white point, for example.



IEC 2894/10

Figure B.3 – Example of a gamut with identified ridge due to colorant channels

An example of a description of gamut geometry that decomposes the colour gamut into modules is shown in Figure B.4. The colour gamut is the union of the volumes of all gamut hulls. In this example, both two gamut hulls are convex while the overall gamut is not convex. When using this description of gamut geometry, geometrical operations such as line-gamut intersection can make use of simple geometry with convex hulls.



IEC 2895/10

Figure B.4 – Example of a non-convex gamut with two convex gamut hulls

An example of a gamut hull using a gamut component in an inverted way is explained in the following. GCs are normally defined in a way that the surface normals of the faces go into outside direction of the gamut. If a GC is used inverted, the surface normals are supposed to go into inside direction of the gamut. By this procedure a single GC can be used by two GHs and defines the separating face between the GHs. In the first GH, the GC is used non-inverted and in the second GH the GC is used inverted.

Annex C (informative)

Use of profiles

C.1 Gamut ID profiles

The description of gamut geometry corresponds to one of three profiles:

- full profile;
- medium profile;
- simple profile.

The profiles are summarized in Table C.1.

Table C.1 – Profiles for the description of gamut geometry

Feature of the description of gamut geometry	Gamut ID simple profile	Gamut ID medium profile	Gamut ID full profile
ID_PROFILE in Gamut ID header	0b10	0b01	0b00
Color vertices	5 predefined vertices in known order: white, black, red, green, blue	any	any
Color faces	not allowed		
Number of gamut components	not allowed	≤4	any
Number of gamut hulls	not allowed	≤4	
Number of gamut instances	not allowed	≤2	
Levels of detail	not allowed	≤2	
Non-convex shape	not allowed	allowed	allowed
Indication of gamut ridges	not allowed	allowed	
Percentage of gamut colours	not allowed	not allowed	
Inverted gamut components	not allowed	not allowed	

C.2 Medium profile

The medium profile has the following limitations with respect to the full profile:

- the description of gamut geometry shall not use percentage of gamut colours;
- the description of gamut geometry shall not use inverted gamut components;
- the number of gamut components shall not be larger than four;
- the number of gamut hulls shall not be larger than four;
- the number of gamut instances shall not be larger than two;
- the number of levels of details shall not be larger than two.

C.3 Simple profile

The simple profile has the following limitations with respect to the full profile:

- the description of colour consists in 5 vertices for white, black, red, green, blue, respectively, and $V = 5$ (see Table 15);
- there is no description of colour reproduction;
- there is no GI, $I = K = P = 0$, $X = 1$ and ID_GI equals 0h0000 (see Table 5);
- there is no GH, $H = 0$ and ID_GH equals 0h0000 (see Table 5);
- there is no GC, $C = 0$ and ID_GC equals 0h0000 (see Table 5);
- there are no faces, $F = 0$ and ID_F equals 0h0000 (see Table 5);
- colour space is XYZ and ID_GBD_SPACE equals 0b011 (see Table 2).

An example is given in Annex D.

Annex D (informative)

Example of Gamut ID metadata in simple profile

This annex provides an example of Gamut ID metadata using the simple profile. In this example, the Gamut ID metadata describes the actual colour gamut of a video content that is prepared for projection according to the nominal image parameters of the Digital Cinema system specification [3] in Table D.1:

Table D.1 – Colour gamut for digital cinema

Color	CIE x	CIE y	CIE X	CIE Y	CIE Z
white	0,314	0,351	42,940	48,000	45,812
black	0,314	0,351	0,021	0,024	0,023
red	0,680	0,320	21,463	10,100	0,000
green	0,265	0,690	13,288	34,600	2,257
blue	0,150	0,060	8,275	3,310	43,582

The Gamut ID metadata contains one single gamut boundary description describing an actual colour gamut that is defined by with five colour vertices: white, black, red, green and blue, according to Table D.1.

The Gamut ID metadata starts with the header according to Table D.2:

Table D.2 – Example for the header

Byte # hex	Size bytes	Sym- bols	Description								Values
			7	6	5	4	3	2	1	0	
00	1	N, P	0	1	0	0	0	0	1	1	
			R	ID_PROFILE	ID_PRECISION	ID_GBD_SPACE					
01	1	ID_G	Byte # of start of the description of gamut geometry								0h00
02	1										0h09
03	1	ID_E	Byte # of start of the description of colour reproduction								0h00
04	1										0h00
05	1		Reserved. Shall be zero.								0h00
06	1										0h00
07	1		Reserved. Shall be zero.								0h00
08	1										0h00

ID_PROFILE is set to 0b10 (simple profile). ID_PRECISION is set to 0b00. ID_GBD_SPACE is set to 0b011 (XYZ). ID_G equals 0h009. In this example, ID_E is set to 0h0000 and the Gamut ID metadata does not contain a description of colour reproduction.

16 bit integer or address values are encoded into 2 bytes using big endian, i.e. with the MSBs in the first byte and the LSBs in the second byte.

The header of the description of gamut geometry is built according to Table D.3.

Table D.3 – Example for the header of description of gamut geometry

Byte # hex	Size bytes	Symbol	Description	Values
09	1	ID_V	Byte # of start of vertices	0h00
0A	1			0h1A
0B	1		Reserved	0h00
0C	1		Reserved	0h00

There are no GI, no GH, no GC and no faces.

There are 5 vertices according to Table D.4.

Table D.4 – Example of definition of vertices

Byte # hex	Size	Sym- bol	Description	Values
0D	1	V	Total number of vertices	0h00
0E	1			0h05
0F	1	R	Shall be zero	0h00
10	1			0h00
11	$\lceil 3VN/8 \rceil$ =60		3V encoded colour space coordinates defining V vertices	See Table D.5

The vertices represent the primary colours white, black, red, green and blue, respectively, of the actual colour gamut. For each vertex, the corresponding colour is encoded as XYZ number (see ICC profiles in ISO 15076-1:2005) and requires 12 bytes. Each colour space coordinate (X, Y or Z) is encoded as s15Fixed16Number (see ICC profiles in ISO 15076-1:2005) and requires $N = 32$ bits. There are 60 bytes of vertex data, representing 5 times 12 bytes. The encoded colour coordinates are shown in Table D.5.

Table D.5 – Encoded colour space coordinates for vertices

Byte # hex	Value hex	Description
11	00	White X
12	2A	
13	F0	
14	AF	
15	00	White Y
16	30	
17	00	
18	00	
19	00	White Z
1A	2D	
1B	CF	
1C	DC	
1D	00	Black X
1E	00	
1F	05	
20	7F	
21	00	Black Y
22	00	
23	06	
24	24	
25	00	Black Z
26	00	
27	05	
28	DD	
29	00	Red X
2A	15	
2B	76	
2C	66	
2D	00	Red Y
2E	0A	
2F	19	
30	99	
31	00	Red Z
32	00	
33	00	
34	00	
35	00	Green X
36	0D	
37	49	
38	D4	
39	00	Green Y
3A	22	

Byte # hex	Value hex	Description
3B	99	
3C	99	
3D	00	Green Z
3E	02	
3F	41	
40	AB	
41	00	Blue X
42	08	
43	46	
44	66	
45	00	Blue Y
46	03	
47	4F	
48	5C	
49	00	Blue Z
4A	2B	
4B	94	
4C	E8	

The Gamut ID described in this example has a length of 77 bytes.

Bibliography

- [1] J. Morovic and M. R. Luo, The Fundamentals of Gamut Mapping: A Survey, *Journal of Imaging Science and Technology*, 45/3:283-290, 2001.
 - [2] N. Katoh, Corresponding Colour Reproduction from Softcopy Images to Hardcopy Images, PhD thesis, Chiba University, Japan, 2002.
 - [3] Digital Cinema Initiatives, LLC, Digital Cinema System Specification, Version 1.1, April 12, 2007.
 - [4] High-Definition Multimedia Interface (HDMI), Specification Version 1.3, June, 2006.
 - [5] J. Stauder, L. Blondé, P. Morvan, A. Schubert, I. Doser, W. Endress, A. Hille, C. Correa and D. Bancroft, Gamut ID, IET European Conference on Visual Media Production, CVMP-07, London, November 27-28, 2007. © The IET 2007, First published in the proceedings of the 4th IET European Conference on Visual Media Production (2007), held at The IET, Savoy Place, London, UK: 27-28 November 2007
 - [6] ITU-R BT.601-5:1995, *Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application	45
2 Références normatives.....	45
3 Termes et définitions	46
4 Abréviations	46
5 Présentation générale	46
6 En-tête des métadonnées d'identification des gammes de couleurs.....	47
7 Description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil complet)	49
7.1 Généralités.....	49
7.2 Géométrie d'une gamme de couleurs	49
7.3 En-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs.....	51
7.4 Instanciations d'une gamme de couleurs	53
7.5 Enveloppes de gamme de couleurs	55
7.6 Composants d'une gamme de couleurs	56
7.6.1 Généralités.....	56
7.6.2 Mise en paquets des indices des faces.....	57
7.7 Faces.....	58
7.7.1 Généralités.....	58
7.7.2 Mise en paquets des indices des sommets	59
7.8 Sommets.....	59
7.8.1 Généralités.....	59
7.8.2 Mise en paquets des coordonnées de l'espace des couleurs relatives aux sommets	60
8 Description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profils moyen et simple)	61
8.1 Généralités.....	61
8.2 Profil moyen	61
8.3 Profil simple	61
9 Description de la reproduction des couleurs	62
Annexe A (informative) Taille des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs.....	65
Annexe B (informative) Motivation et exigences	66
Annexe C (informative) Utilisation de profils.....	73
Annexe D (informative) Exemple de métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs dans un profil simple.....	75
Bibliographie.....	79
Figure 1 – Structure logique de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil complet)	50
Figure B.1 – Domaine d'application de l'identification de la gamme de couleurs – La génération et l'utilisation des métadonnées ne sont pas spécifiées	67
Figure B.2 – Exemple d'une description d'une géométrie de gamme de couleurs dans l'espace des couleurs CIEXYZ, composée d'un ensemble de faces triangulaires	69
Figure B.3 – Exemple de gamme de couleurs avec une arête identifiée par des sources colorées.....	71

Figure B.4 – Exemple d'une gamme de couleurs non convexe avec deux enveloppes convexes de gamme de couleurs	71
Tableau 1 – Format des métadonnées d'identification des gammes de couleurs	47
Tableau 2 – En-tête des métadonnées d'identification des gammes de couleurs	48
Tableau 3 – Profondeur des couleurs relative au codage d'une coordonnée de l'espace des couleurs	49
Tableau 4 – Description de la géométrie d'une gamme de couleurs	51
Tableau 5 – En-tête de description de la géométrie d'une gamme de couleurs.....	52
Tableau 6 – Instanciations d'une gamme de couleurs	53
Tableau 7 – i^{e} instanciation d'une gamme de couleurs (<i>GI, Gamut instance</i>)	54
Tableau 8 – Enveloppes de gamme de couleurs	55
Tableau 9 – h^{e} enveloppe de gamme de couleurs	56
Tableau 10 – Définition des composants d'une gamme de couleurs	57
Tableau 11 – c^{e} composant d'une gamme de couleurs	57
Tableau 12 – Exemple de mise en paquets des composants d'une gamme de couleurs	58
Tableau 13 – Définition des faces	58
Tableau 14 – Exemple de mise en paquets des faces	59
Tableau 15 – Sommets	60
Tableau 16 – Mise en paquets des coordonnées de l'espace des couleurs sur 10 bits	60
Tableau 17 – Mise en paquets des coordonnées de l'espace des couleurs sur 12 bits	61
Tableau 18 – Description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil simple)	62
Tableau 19 – En-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil simple).....	62
Tableau 20 – Définition des sommets (profil simple)	62
Tableau 21 – En-tête de la description de la reproduction des couleurs	63
Tableau B.1 – Exigences et propriétés des identifiants d'une gamme de couleurs (Gamut ID).....	70
Tableau C.1 – Profils pour la description de la géométrie d'une gamme de couleurs.....	73
Tableau D.1 – Gamme de couleurs pour le cinéma numérique.....	75
Tableau D.2 – Exemple d'en-tête	75
Tableau D.3 – Exemple pour l'en-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs.....	76
Tableau D.4 – Exemple de définition des sommets	76
Tableau D.5 – Coordonnées des sommets, codées dans l'espace des couleurs	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES ET APPAREILS MULTIMÉDIA – MESURE ET GESTION DE LA COULEUR –

Partie 12-1: Métadonnées d'identification des gammes de couleurs (Gamut ID)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou du crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61966-12-1 a été établie par le domaine technique 2: Colour measurement and management¹, du comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

La présente version bilingue (2011-12), correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2011-01.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/1757/FDIS et 100/1776/RVD.

Le rapport de vote 100/1776/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

¹ Mesure et gestion de la couleur.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série des CEI 61966, présentées sous le titre général: *Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" se trouvant sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Par conséquent, il convient que les utilisateurs impriment cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

De nouvelles technologies de capture et d'affichage d'images à gamme de couleurs étendue ouvrent un nouveau marché, celui de la création de contenus vidéo à gamme étendue de couleurs (*wide gamut*). Des normes vidéo récentes pour le codage de l'espace des couleurs à gamme de couleurs étendue, comme la CEI 61966-2-4 (xvYCC), ont été établies pour permettre de distribuer des contenus avec une gamme de couleurs plus grande que les gammes classiques, définies par les normes de colorimétrie UIT-R BT.601 (télévision de définition standard) et UIT-R BT.709 (télévision à haute définition). La popularité grandissante des contenus et des écrans à gamme de couleurs étendue et à grande dynamique visuelle rend probable une diversification des gammes de couleurs des écrans. L'adoption par les professionnels de la création de contenus d'une vidéo couleur à gamme étendue, fait problème tant que la compatibilité de ces contenus avec les écrans n'est pas assurée de même que la compatibilité entre les différents écrans. Le terme "écran" inclut ici tout appareil de reproduction vidéo couleur, tels que les afficheurs à vision directe et les projecteurs. Grâce aux améliorations technologiques, la diversité des gammes de couleurs et des capacités de reproduction des couleurs par les écrans s'accroît alors que dans les normes existantes la gamme des couleurs et les règles de codage de la couleur régissant le codage de l'espace des couleurs sont figées.

Pour traiter ce problème, la Norme CEI "Gamut ID" (CEI 61966-12-1) spécifie un agencement des métadonnées des gammes de couleurs pour systèmes vidéo, y compris l'information pour la reproduction des couleurs. Ces métadonnées peuvent apporter des améliorations à un contenu vidéo ou à un écran. Plus spécifiquement, des améliorations peuvent être obtenues si le contenu à gamme de couleurs étendue est créé avec la connaissance de la gamme de couleurs de l'écran, ou si la reproduction des couleurs par l'écran se fait en toute connaissance de la gamme de couleurs des images à montrer.

La présente Norme permet aux systèmes vidéo de définir leur propre gamme de couleurs. La présente Norme définit les métadonnées nécessaires pour gérer des systèmes vidéo inhomogènes avec des gammes de couleurs différentes. La présente Norme généralise les normes existantes de codage de l'espace des couleurs, dont la gamme de couleurs est figée.

SYSTÈMES ET APPAREILS MULTIMÉDIA – MESURE ET GESTION DE LA COULEUR –

Partie 12-1: Métadonnées d'identification des gammes de couleurs (Gamut ID)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61966 définit l'agencement des métadonnées des gammes de couleurs destiné aux systèmes vidéo et applications similaires.

Les métadonnées peuvent être associées à un contenu vidéo à gamme de couleurs étendue ou à un appareil servant à afficher ce contenu.

Lorsqu'elles sont associées au contenu, les métadonnées de gamme de couleurs définissent la gamme de couleurs pour laquelle le contenu a été créé. Elles peuvent être utilisées par l'écran pour piloter la reproduction des couleurs, même si la gamme de couleurs de l'écran est différente de celle du contenu.

Lorsqu'elles sont associées à un écran, les métadonnées de gamme de couleurs définissent la gamme des couleurs de l'écran. Elles peuvent servir pendant la création du contenu, pour permettre une meilleure reproduction des couleurs.

Les métadonnées de gammes de couleurs peuvent intégrer des informations associées de codage des couleurs, dont toutes celles nécessaires à une reproduction contrôlée des couleurs, lorsque ces informations ne sont pas fournies par la spécification du codage des couleurs.

L'agencement des métadonnées des gammes de couleurs apporte des solutions évolutives. Par exemple, des solutions plus souples serviront à un usage professionnel, alors que des solutions beaucoup plus simples serviront au grand public, avec une mise en œuvre plus facile du produit.

La présente partie de la CEI 61966 ne définit que l'agencement des métadonnées des gammes de couleurs. Des solutions spécifiques à un fournisseur, pour la création et l'usage final de ces métadonnées, sont admises.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(845):1987, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 845: Éclairage*

IEC 61966-2-4:2006, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-4: Colour management – Extended-gamut YCC colour space for video applications – xvYCC* (disponible en anglais seulement)

ISO 15076-1:2005, *Image technology colour management – Architecture, profile format and data structure – Part 1: Based on ICC.1:2004-10* (*Gestion de couleur en technologie*

d'image – Architecture, format de profil et structure de données – Partie 1: Sur la base de l'ICC.1:2004-10 (disponible en anglais seulement)

ISO 22028-1:2004, *Photography and graphic technology – Extended colour encodings for digital image storage, manipulation and interchange – Part 1: Architecture and requirements* (disponible en anglais seulement)

UIT-R BT.709-5:2002, *Valeurs des paramètres des normes de TVHD pour la production et l'échange international des programmes*

CIE 15:2004, *Colorimétrie*

SMPTE 274M:2005, *SMPTE Standard for Television - 1920 × 1080 Image Sample Structure, Digital Representation and Digital Timing Reference Sequences for Multiple Picture Rates* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent; les termes et définitions de l'espace des couleurs, de l'éclairement, de la luminance, des composantes trichromatiques, et les autres termes relatifs à l'éclairage donnés par la CEI 60050(845) s'appliquent également.

3.1

contenu

contenu vidéo en production, en post-production ou en consommation

3.2

gamme de couleurs (Gamut)

un solide dans un espace des couleurs

3.3

description de la frontière d'une gamme de couleurs (gamut boundary description)

description de la frontière d'une gamme de couleurs

3.4

coordonnées de l'espace des couleurs radiométriquement linéaires

coordonnées de l'espace des couleurs linéaires par rapport à l'illumination de l'image

4 Abréviations

GBD	Description de la frontière d'une gamme de couleurs (<i>Gamut Boundary Description</i>)
LSB	Bit de poids faible (<i>Least Significant Bit</i>)
MSB	Bit de poids fort (<i>Most Significant Bit</i>)
GI	Réalisation (ou instanciation) d'une gamme de couleurs (<i>Gamut Instance</i>)
GH	Enveloppe d'une gamme de couleurs (<i>Gamut Hull</i>)
GC	Composant d'une gamme de couleurs (<i>Gamut Component</i>)

5 Présentation générale

La présente Norme spécifie des métadonnées appelées "métadonnées d'identification des gammes de couleurs" (*Gamut ID metadata*) donnant des informations sur une gamme de couleurs réelle.

Les métadonnées d'identification des gammes de couleurs comprennent quatre parties et leur format est résumé par le Tableau 1.

Tableau 1 – Format des métadonnées d'identification des gammes de couleurs

Numéro de l'octet hexadécimal	Contenu des métadonnées
0h0000	En-tête des métadonnées d'identification des gammes de couleurs.
ID_G	Description de la géométrie d'une gamme de couleurs.
ID_E	Description de la reproduction des couleurs.

L'Article 6 spécifie l'en-tête des métadonnées d'identification des gammes de couleurs.

Les Articles 7 et 8 spécifient la description de la géométrie d'une gamme de couleurs qui correspond à l'un des trois profils énumérés ci-après:

- profil complet;
- profil moyen;
- profil simple.

L'Article 7 spécifie le profil complet de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs. Les profils moyen et simple sont spécifiés à l'Article 8.

L'Article 9 spécifie la description de la reproduction des couleurs.

6 En-tête des métadonnées d'identification des gammes de couleurs

Les métadonnées d'identification des gammes de couleurs commencent par l'en-tête montré au Tableau 2.

Tableau 2 – En-tête des métadonnées d'identification des gammes de couleurs

Numéro de l'octet hexadécimal	Taille octets	Symboles	Description								Valeurs
			7	6	5	4	3	2	1	0	
00	1	N, P	R	ID_PROFILE	ID_PRECISION	ID_GBD_SPACE					R = réservé = 0b0 (1 bit) ID_PFOFILE (2 bits): 0b00: Profil complet 0b01: Profil moyen 0b10: Profil simple 0b11: Réservé ID_PRECISION (2 bits): 0b00: 8 bits 0b01: 10 bits 0b10: 12 bits 0b11: Réservé ID_GBD_SPACE (3 bits): 0b000: UIT-R BT.709 RVB 0b001: xvYCC-601 (CEI 61966-2-4 -DS) YCC 0b010: xvYCC-709 (CEI 61966-2-4 -HD) YCC 0b011: XYZ (voir ci-dessous) 0b100: Réservé 0b101: Réservé 0b110: Réservé 0b111: Réservé
01	2	ID_G	Numéro de l'octet du début de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs.								[0h0009; 0hFFFF]
03	2	ID_E	Numéro de l'octet du début de la description de la reproduction des couleurs.								[0; 0hFFFF]
05	2		Réservé. Doit être zéro.								0h0000
07	2		Réservé. Doit être zéro.								0h0000

ID_PROFILE indique le profil des métadonnées d'identification des gammes de couleurs (*Gamut ID metadata*) et doit être l'un des suivants:

- 0b00: profil complet;
- 0b01: profil moyen;
- 0b11: profil simple.

ID_GBD_SPACE indique l'espace des couleurs et le codage dans l'espace des couleurs des sommets de couleur de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs et doit être l'un des suivants

- 0b000: UIT-R BT.709, espace RVB, codage conforme au SMPTE 274M,
- 0b001: xvYCC-601, espace YCbCr, codage conforme à la CEI 61966-2-4 – DS,
- 0b010: xvYCC-709, espace YCbCr, codage conforme à la CEI 61966-2-4 – HD,

- 0b011: XYZ; le codage doit utiliser le format XYZNumber des profils ICC, spécifié dans l'ISO 15076-1:2005, prenant 12 octets pour un triplet XYZ.

ID_PRECISION et ID_GBD_SPACE spécifient, conformément au Tableau 3, le nombre N de bits utilisés par voie de couleur, afin de définir les coordonnées d'une couleur dans un espace des couleurs.

Tableau 3 – Profondeur des couleurs relative au codage d'une coordonnée de l'espace des couleurs

ID_GBD_SPACE	ID_PRECISION	Profondeur des couleurs N
0b000 ou 0b001 ou 0b010	0b00	8 bits
	0b01	10 bits
	0b10	12 bits
	0b11	Réservé
0b011	Quelconque	32 bits
0b100 ou 0b101 ou 0b110 ou 0b111	Quelconque	Réservé

ID_G indique le décalage, en octets, du début des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs jusqu'au début de la description de la géométrie de la gamme de couleurs.

Si ID_E est différent de 0h0000, les métadonnées d'identification d'une gamme d'une couleurs contiennent une description de la reproduction des couleurs et ID_E indique le décalage, en octets, du début des métadonnées jusqu'au début de la description de la reproduction des couleurs. Si ID_E a la valeur 0h0000, les métadonnées ne contiennent pas de description de la reproduction des couleurs.

7 Description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil complet)

7.1 Généralités

Dans l'en-tête des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs, si ID_PROFILE est égal à 0b00, la description de la géométrie de la gamme de couleurs doit correspondre au profil complet.

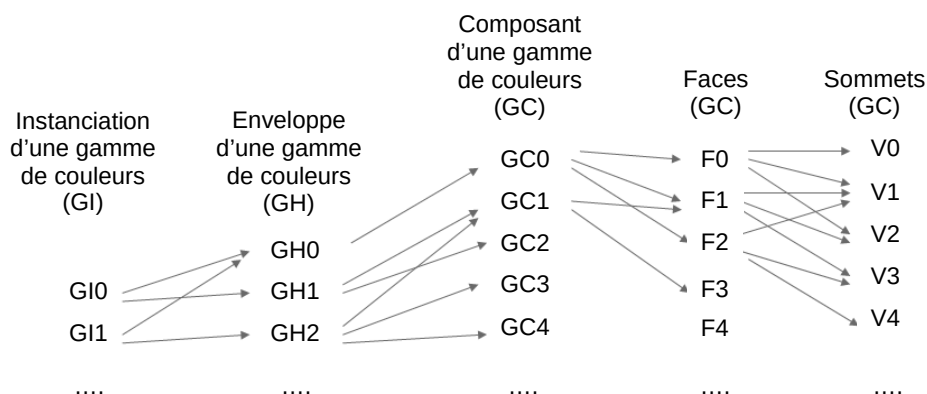
7.2 Géométrie d'une gamme de couleurs

La description de la géométrie dans les métadonnées d'identification des gammes de couleurs détermine la frontière de la gamme réelle des couleurs. La description de la géométrie d'une gamme de couleurs commence au numéro d'octet ID_G.

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs contient cinq jeux d'éléments différents:

- réalisations ou instanciations d'une gamme de couleurs,
- enveloppes d'une gamme de couleurs,
- composants d'une gamme de couleurs,
- faces, et
- sommets.

La structure logique de la description de l'identification d'une gamme de couleurs est représentée à la Figure 1.



IEC 2891/10

Figure 1 – Structure logique de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil complet)

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs contient une ou plusieurs descriptions de la frontière de cette gamme, descriptions qui chacune décrivent la frontière de la même gamme réelle. Une description de la frontière d'une gamme (*gamut boundary description, GBD*) contient des sommets et des faces triangulaires. Chaque face est définie par les indices des trois sommets.

Un composant d'une gamme (*gamut component, GC*) est un groupe de faces triangulaires connexes. Un composant d'une gamme (ou GC) est une partie d'une description d'une frontière. Un composant GC est défini par un ou plusieurs indices de faces.

Une enveloppe d'une gamme de couleurs (*gamut hull, GH*) est un groupe de composants connexes d'une gamme de couleurs, formant ensemble une surface fermée. Cette surface est la description de la frontière d'un volume connexe dans l'espace des couleurs CIEXYZ. Chaque enveloppe GH est définie par un ou plusieurs indices de composants GC. Une enveloppe GH peut se rapporter à un composant GC unique. Dans ce cas, le composant GC doit être par lui-même une description d'une surface fermée. Une enveloppe GH peut se rapporter à une liste de composants GC; dans ce cas, ces composants GC tous ensemble sont une description de la surface fermée formant la frontière d'un volume connexe.

Une réalisation ou instanciation d'une gamme de couleurs (*gamut instance, GI*) est un groupe d'enveloppes d'une gamme de couleurs formant ensemble une description de la frontière d'une gamme de couleur (*gamut boundary description, GBD*) valide de la gamme de couleurs à coder. Une instanciation GI est définie par un ou plusieurs indices d'enveloppes GH. Une instanciation GI peut se rapporter à une enveloppe GH unique; dans ce cas, l'enveloppe GH décrit à elle seule la gamme de couleurs à coder. Une instanciation GI peut se rapporter à une liste d'enveloppes GH; dans ce cas la réunion des volumes des enveloppes GH décrit la gamme réelle des couleurs.

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs contient une ou plusieurs instanciations différentes de la gamme de couleurs. Chaque instanciation GI est une description GBD de la frontière complète et valide. Deux instanciations GI diffèrent par au moins une des caractéristiques suivantes:

- Niveau des détails
→ Plus le niveau des détails est grand, plus grand est le nombre de faces.
- Forme non convexe
→ Une instanciation GI peut permettre ou non l'utilisation de formes non convexes.
- Pourcentage des couleurs de la gamme de couleurs
→ Les instanciations GI peuvent contenir différents pourcentages des couleurs de la gamme de couleurs à coder.

Une instanciation GI peut avoir des caractéristiques supplémentaires optionnelles:

- Composants inversés d'une gamme de couleurs
→ Un composant GC est utilisé en tant que composant GC inversé, s'il est référencé par une ou par plusieurs enveloppes GH, en supposant que l'orientation de sa surface est inversée.
- Indication des arêtes d'une gamme de couleurs
→ Des sommets peuvent être identifiés comme arêtes d'une gamme de couleurs, s'ils correspondent aux points et lignes de discontinuité de la courbure de la surface de la gamme de couleurs à coder.

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs est résumée au Tableau 4.

Tableau 4 – Description de la géométrie d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Description
ID_G	En-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs
ID_GI	Réalisation ou instanciation d'une gamme de couleurs
ID_GH	Enveloppes d'une gamme de couleurs
ID_GC	Composants d'une gamme de couleurs
ID_F	Faces
ID_V	Sommets

7.3 En-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs

L'en-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs suit l'en-tête des métadonnées Gamut ID d'identification d'une gamme de couleurs et est défini conformément au Tableau 5.

Tableau 5 – En-tête de description de la géométrie d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur décimal
ID_G	2	ID_GI	Numéro d'octet du début des Instanciations d'une gamme de couleurs	[0; 0hFFFF]
ID_G + 02	2	ID_GH	Numéro d'octet du début des enveloppes d'une gamme de couleurs (<i>gamut hulls</i>)	[0; 0hFFFF]
ID_G + 04	2	ID_GC	Numéro d'octet du début des composants de gamme de couleurs (<i>gamut component</i>)	[0; 0hFFFF]
ID_G + 06	2	ID_F	Numéro d'octet du début des faces	[0; 0hFFFF]
ID_G + 08	2	ID_V	Numéro d'octet du début des sommets	[0; 0hFFFF]
ID_G + 0A	1		Réservé	0
ID_G + 0B	1		Réservé	0
ID_G + 0C	1	K	Nombre de niveaux des détails	$1 \leq K \leq 255$
ID_G + 0D	2	F_{MAX}	Nombre maximal de faces du plus petit niveau de détails	$1 < F_{MAX} \leq F$ (F voir Tableau 6)
ID_G + 0F	1	P	Nombre de niveaux de la population de couleurs	$0 < P \leq 128/K$
ID_G + 10	1	$2Q_0$	Double du pourcentage des couleurs de la gamme de couleurs	[0; 200]
ID_G + 11	1	$2Q_1$	Double du pourcentage des couleurs de la gamme de couleurs	[0; 200]
:				
:				
ID_G + 10 + P-1	1	$2Q_{P-1}$	Double du pourcentage des couleurs de la gamme de couleurs	[0; 200]
ID_G + 10 + P	1	X	Forme convexe ou non convexe $X=1$: tous les GI et toutes les GH doivent être convexes $X=2$: les GI et les GH peuvent être convexes ou non convexes	$1 \leq X \leq 2$

Les nombres entiers de 16 bits ou les valeurs des adresses sont codés sur deux octets, en mode gros-boutiste, c'est-à-dire avec les MSB (bit de poids fort) en premier octet et les LSB (bit de poids faible) en deuxième octet.

ID_GI, ID_GH, ID_GC, ID_F et ID_V doivent donner, le décalage, en octets, depuis le début des métadonnées Gamut ID jusqu'au début des identifiants des instanciations GI, des identifiants des enveloppes GH, des Identifiants des composants GC des Identifiants des faces et des Identifiants des sommets.

K indique le nombre de niveaux des détails. Les métadonnées Gamut ID d'identification d'une gamme de couleurs contiennent au moins K GI. Si $K = 1$, il n'y a qu'un niveau des détails. Chaque instanciation GI est marquée individuellement avec un niveau des détails (0,1,..., $K - 1$), voir le Tableau 7.

F_{MAX} doit indiquer le nombre maximal des faces pour une instanciation GI de niveau des détails le plus faible (niveau 0). Voir le Tableau 7 pour la définition du niveau des détails. Voir le Tableau 13 pour la définition des faces.

P indique le nombre d'instanciations GI différentes contenant différents pourcentages des couleurs de la gamme à coder. Si $P > 1$, il y a P GI différents décrivant la même gamme de couleurs à coder, mais contenant différents pourcentages des couleurs de cette gamme. Les métadonnées Gamut ID contiennent au moins P instanciations GI. Chaque instanciation GI porte l'indication de son niveau de population (0,1,..., $P - 1$), selon le Tableau 7.

$2Q_0 \dots 2Q_{P-1}$ sont les doubles des pourcentages $Q_0 \dots Q_{P-1}$ des couleurs associées aux niveaux de population $(0, 1, \dots, P-1)$. Un pourcentage doit indiquer approximativement quel est le pourcentage des couleurs $(0..100)$ de la gamme de couleurs à coder contenues dans le volume décrit par une instanciation GI du niveau correspondant de population. En vue d'une définition les pourcentages $Q_0 \dots Q_{P-1}$ peuvent être calculés par pas de 0,5 points.

X indique si l'identificateur Gamut ID n'utilise que des formes convexes ($X = 1$) ou peut utiliser des formes convexes et non convexes ($X = 2$). Lorsque $X = 1$, chaque instanciation GI doit correspondre à une forme convexe et chaque enveloppe GH doit correspondre à une forme convexe. Lorsque $X = 2$, les instanciations GI sont organisés en paires. Chaque paire contient une première instanciation GI (identifié comme "convexe", voir Tableau 7) correspondant à une forme convexe et qui ne fait référence qu'à des enveloppes GH correspondant à une forme convexe. La deuxième instanciation GI de la paire (identifiée comme "non convexe", voir Tableau 7) peut correspondre à une forme non convexe et peut faire référence à des enveloppes GH correspondant aux formes non convexes. Les métadonnées d'identification des gammes de couleurs contiennent au moins X instanciations GI.

7.4 Instanciations d'une gamme de couleurs

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs contient une ou plusieurs descriptions de la frontière de la gamme réelle de couleurs à coder. Une description de la frontière GBD (*Gamut Boundary Description*) individuelle est appelée "réalisation" ou "instanciation" d'une gamme de couleurs. Un utilisateur des métadonnées Gamut ID peut utiliser une instanciation GI quelconque ou un nombre quelconque d'instanciations GI des métadonnées Gamut ID. Les instanciations GI sont définies par une liste de GI à partir du numéro d'octet ID_GI, conformément au Tableau 6. L'ordre dans la liste est arbitraire mais fixé.

Tableau 6 – Instanciations d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_GI	1	I	Nombre total d'instanciations d'une gamme de couleurs.	$I = X P K$
ID_GI + 01	$6 + H_0$		Définition du GI n° 0.	voir Tableau 7
ID_GI + 01 + $6 + H_0$	$6 + H_1$		Définition du GI n° 1.	voir Tableau 7
:				
:				
ID_GI + 01 + $\sum_{i=0}^{I-2} (6 + H_i)$	$6 + H_{I-1}$		Définition du GI n° $I - 1$.	voir Tableau 7

I est le nombre de GI et doit être égal au produit de X , de P et de K , comme défini au Tableau 5. Le $i^{\text{ème}}$ GI, $i = 0 \dots I - 1$, est défini conformément au Tableau 7.

Tableau 7 – i^{e} instantiation d'une gamme de couleurs (GI, Gamut instance)

Numéro d'octet relatif hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
00	1	K_i	Niveau de détails de ce GI	$0 \leq K_i \leq K - 1$
01	2	F_i^{GI}	Nombre de faces utilisées par ce GI	$F_i^{GI} \leq 2^i F_{\text{MAX}}$ (F_{MAX} voir Tableau 5)
03	1	X_i^{GI}	Ce GI définit une forme convexe ($X_i^{GI} = 1$) ou peut définir une forme non convexe ($X_i^{GI} = 2$)	$1 \leq X_i^{GI} \leq X$ (X voir Tableau 5)
04	1	P_i	Niveau de population de couleurs de ce GI	$0 \leq P_i \leq P - 1$ (P voir Tableau 5)
05	1	H_i	Nombre d'enveloppes d'une gamme de couleurs référéncées par ce GI	$1 \leq H_i \leq H$ (H voir Tableau 8)
06	H_i		Indices des enveloppes GH référéncées	$[0; H - 1]$ Doivent être des indices valides d'enveloppes GH

K_i est le niveau des détails de la i^{e} instantiation GI. L'instanciation GI est au niveau de détails le plus bas si $K_i = 0$. Si K_i est plus grand que le niveau de détails K_j d'une j^{e} instantiation GI du même type ($P_i = P_j$, $X_i = X_j$) alors le i^{e} GI a un niveau des détails plus élevé, c'est-à-dire une description géométrique plus précise, que celle du j^{e} GI.

F_i^{GI} est le nombre de faces utilisées par le i^{e} GI. Il convient que ce nombre corresponde au nombre de faces référencées par ces composants de gamme de couleurs (voir Tableau 10) qui sont référencés par les enveloppes de gamme de couleurs voir Tableau 8) qui sont référencées par le i^{e} GI. Le nombre de faces F_i^{GI} doit être égal ou inférieur à $2^{K_i} F_{\text{MAX}}$ (F_{MAX} voir Tableau 6).

X_i^{GI} est un indicateur relatif à la forme convexe ou non convexe. Si $X_i^{GI} = 1$, la i^{e} instantiation GI définit une forme convexe et chacune des enveloppes GH référencées par cette i^{e} instantiation GI définit aussi une forme convexe. Si $X_i^{GI} = 2$, le i^{e} GI peut définir une forme convexe ou une forme non convexe et chacune des enveloppes GH référencées par ce i^{e} GI peut définir une forme convexe ou une forme non convexe.

P_i est le niveau de population du i^{e} GI. La i^{e} instantiation GI doit contenir approximativement Q_{P_i} pour cent des couleurs de la gamme réelle de couleurs à coder. Différentes instantiations GI de même niveau de population doivent contenir approximativement le même pourcentage des couleurs de la gamme de couleurs à coder. Un GI de niveau de population P_i doit contenir au moins toutes les couleurs d'un autre GI de niveau de population P_j , si $P_j > P_i$, $K_j = K_i$ et $X_j = X_i$.

H_i est le nombre d'enveloppes d'une gamme de couleurs référencées par la i^{e} instantiation GI. Si un i^{e} GI référence une enveloppe d'une gamme de couleurs, alors $H_i = 1$ et l'enveloppe de gamme de couleurs décrit la gamme de couleurs à coder. Si un i^{e} GI renvoie à

plus d'une enveloppe de gamme de couleurs, alors $H_i > 1$ et l'union des volumes de toutes les enveloppes de gamme de couleurs référencées décrit la gamme de couleurs à coder.

Les indices H_i des enveloppes GH ont chacun un octet.

7.5 Enveloppes de gamme de couleurs

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs contient une ou plusieurs enveloppes de gamme de couleurs. Chaque enveloppe GH est la description comme surface fermée de la frontière d'un volume connexe fermé de l'espace des couleurs. Une enveloppe GH peut être référencée par une ou plusieurs instanciations GI. Une instantiation GI peut avoir en référence une ou plusieurs enveloppes GH. Une enveloppe GH peut décrire par elle-même la gamme réelle de couleurs à coder ou juste une partie de celle-ci. Les enveloppes GH sont définies par une liste de GH à partir du numéro d'octet ID_GH, conformément au Tableau 8. L'ordre dans la liste est arbitraire mais fixé.

H est le nombre total d'enveloppes GH contenues dans les métadonnées Gamut ID. La h^e GH, $h = 0 \dots H - 1$, est définie conformément au Tableau 9.

Tableau 8 – Enveloppes de gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_GH	1	H	Nombre total d'enveloppes d'une gamme de couleurs	$0 \leq H \leq 255$
ID_GH + 01	$3 + C_0 + \overline{C_0}$		Définition de GH n° 0	voir Tableau 9
ID_GH + 01 + 2 + $C_0 + \overline{C_0}$	$3 + C_1 + \overline{C_1}$		Définition de GH n° 1	voir Tableau 9
⋮ ⋮				
ID_GH + 01 + $\sum_{h=0}^{H-2} (3 + C_h + \overline{C_h})$	$3 + C_{H-1} + \overline{C_{H-1}}$		Définition de GH n° $H - 1$.	voir Tableau 9

Tableau 9 – h^e enveloppe de gamme de couleurs

Numéro d'octet relatif hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
00	1	X_h^{GH}	Indication précisant que cette GH définit une forme convexe ou une forme quelconque (convexe ou non convexe).	$1 \leq X_h^{GH} \leq X$ (X voir Tableau 5) $X_h^{GH} = 1$: forme convexe. $X_h^{GH} = 2$: forme convexe ou non convexe
01	1	C_h	Nombre de composants de gamme de couleurs, utilisés non inversés par cette GH.	$1 \leq C_k + \overline{C}_k \leq C$ (C voir Tableau 10)
02	1	$\overline{C}_h$	Nombre de composants de gamme de couleurs utilisés inversés par cette GH.	
03	C_h		Indices des composants de gamme de couleurs référencés	$[0; C - 1]$ Doivent être des indices valides des GC.
$03 + C_h$	$\overline{C}_h$		Indices des composants de gamme de couleurs référencés, utilisés de manière inversée.	

$C_h + \overline{C}_h$ est le nombre de composants GC référencés par le h^e GH. Si une h^e GH référence un GC, alors $C_h + \overline{C}_h = 1$ et le composant GC définit à lui seul la surface fermée de l'enveloppe GH. Si une $h^{ème}$ GH référence plus d'un GC, alors $C_h + \overline{C}_h > 1$ et tous les composants GC référencés forment ensemble la surface fermée de l'enveloppe GH. Lorsqu'un composant GC est utilisé inversé, les normales à la surface des faces référencées par ce GC sont utilisées dans le sens inverse. Pour les faces référencées, voir le Tableau 10. Pour les normales à la surface, voir 7.7.

7.6 Composants d'une gamme de couleurs

7.6.1 Généralités

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs contient un ou plusieurs composants de gamme de couleurs définissant chacun une partie connexe de la surface fermée servant de frontière dans l'espace des couleurs CIEXYZ. Un composant GC peut être référencé par une ou plusieurs enveloppes GH. Une enveloppe GH peut avoir en référence un ou plusieurs composants GC. Un composant GC peut être la description d'une surface fermée dans l'espace des couleurs 3D ou d'une partie de celle-ci. Les composants GC sont définis par une liste de GC commençant au numéro d'octet ID_GC, conformément au Tableau 10. L'ordre dans la liste est arbitraire mais fixé.

Tableau 10 – Définition des composants d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_GC	1	C	Nombre total de composants de gamme de couleurs	$0 \leq C \leq 255$
ID_GC + 01	$2 + \lceil F_0 \text{ld}(F) / 8 \rceil$		Définition de GC n° 0	voir Tableau 11
ID_GC + 01 + 02 + $\lceil F_0 \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil$	$2 + \lceil F_1 \text{ld}(F) / 8 \rceil$		Définition de GC n° 1	voir Tableau 11
⋮ ⋮				
ID_GC + 01 + $\sum_{c=0}^{C-2} (02 + \lceil F_c \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil)$	$2 + \lceil F_{C-1} \text{ld}(F) / 8 \rceil$		Définition de GC n° $C - 1$.	voir Tableau 11

C est le nombre total de composants GC contenus dans les métadonnées Gamut ID d'identification d'une gamme de couleurs. Dans le Tableau 11, $\lceil \bullet \rceil$ est l'opération qui consiste à faire l'arrondi au nombre entier supérieur le plus proche, si l'opérande n'est pas un nombre entier, et $\text{ld}(\bullet)$ est le logarithme à base 2.

Le c^{e} GC, $c = 0 \dots C - 1$, est défini conformément au Tableau 11.

Tableau 11 – c^{e} composant d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet relatif hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
00	2	F_c	Nombre de faces référencées par ce composant GC.	$1 \leq F_c \leq F$ (F voir Tableau 13)
02	$\lceil F_c \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil$		Indices des faces référencées.	$[0; F - 1]$ doivent être des indices valides des faces, F voir Tableau 13

7.6.2 Mise en paquets des indices des faces

Les indices des faces sont regroupés en octets. Chaque indice de face prend $\text{ld}(F)$ bits. La mise en paquets se fait par composant GC, c'est-à-dire que le premier indice de face d'un composant GC commence toujours au début d'un octet.

Un exemple mise en paquets est donné pour le cas $C = 2$, composants chacun utilisant $F_0 = F_1 = 4$ faces d'un total de $F = 8$ faces. Chaque composant GC prend $\lceil N \cdot \text{ld}(F) \cdot F_c / 8 \rceil = \lceil (\lceil \text{ld}(8) \rceil 4) / 8 \rceil = 2$ octets pour les indices des faces. La définition des composants GC requiert au total $1 + 2C + \sum_{c=0}^{C-1} \lceil \text{ld}(F) F_c / 8 \rceil = 5 + \sum_{c=0}^1 \lceil (\lceil \text{ld}(8) \rceil 4) / 8 \rceil = 5 + 2 \lceil 12 / 8 \rceil = 9$ octets. La mise en paquets est présentée au Tableau 12.

Tableau 12 – Exemple de mise en paquets des composants d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Valeur binaire							
		7	6	5	4	3	2	1	0
ID_GC	1	0b000000010							
ID_GC + 01	1	0 (MSB)							
ID_GC + 02	1	0b100 (LSB)							
ID_GC + 03	1	1. index			2. index			3. index MSBs	
ID_GC + 04	1	3. i. LSB	4. index			Non utilisé			
ID_GC + 05	1	0 (MSB)							
ID_GC + 06	1	0b100 (LSB)							
ID_GC + 07	1	1. index			2. index			3. index MSBs	
ID_GC + 08	1	3. i. LSB	4. index			Non utilisé			
LSB: bit de poids faible; MSB: bit de poids fort									

7.7 Faces

7.7.1 Généralités

Les faces sont définies par une liste de faces à partir du numéro d'octet ID_F, conformément au Tableau 11. L'ordre dans la liste est arbitraire mais fixé.

Tableau 13 – Définition des faces

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_F	2	F	Nombre total de faces.	$6 \leq F < 65\,535$
ID_F+02	$\lceil 3F \rceil / 8$		$3F$ indices des sommets.	$[0; V - 1]$ Doivent être des indices valides de sommets

F est le nombre total de faces de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs et doit être au moins de 6 ou doit être égal à zéro (voir l'Article 8). Pour chaque face, trois indices de sommets sont indiqués, au total $3F$ indices.

Si une face particulière est définie par trois indices, indexant respectivement trois sommets V_0 , V_1 , V_2 , dans l'espace CIE XYZ, la normale à la surface de la face est définie comme suit:

$$\nu = \frac{(V_2 - V_0) \times (V_1 - V_0)}{|V_2 - V_0| \cdot |V_1 - V_0|}$$

où

$\times$ est le produit vectoriel,

$|\bullet|$ est l'opérateur de longueur de vecteur, et

ν est la normale à la surface.

7.7.2 Mise en paquets des indices des sommets

Les indices des sommets de toutes les faces sont regroupés en octets. Chaque indice d'une face prend $ld(V)$ bits; pour V voir le Tableau 15.

Un exemple de mise en paquets est donné dans le cas de $F = 6$ faces et sommets. Chaque index d'un sommet prend $ld(V) = 3$ bits. Tous les indices prennent $\lceil 3F \lceil ld(V) \rceil / 8 \rceil = 7$ octets.

La mise en paquets est présentée au Tableau 14.

Tableau 14 – Exemple de mise en paquets des faces

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Valeur							
		Bits							
		7	6	5	4	3	2	1	0
ID_F	2	0h0006							
ID_F + 02	1	F0 index0			F0 index1			F0 index2 MSBs	
ID_F + 03	1	F0 i.2 LSB	F1 index0			F1 index1			F1 i.2 MSB
ID_F + 04	1	F1 i.2 LSBs	F2 index0			F2 index1			
ID_F + 05	1	F2 index2			F3 index0			F3 index1 MSBs	
ID_F + 06	1	F3 i.1 LSB	F3 index2			F4 index0			F4 i.1 MSB
ID_F + 07	1	F4 i.1 LSBs	F4 index2			F5 index0			
ID_F + 08	1	F5 index1			F5 index2			0b00	

7.8 Sommets

7.8.1 Généralités

Les sommets sont définis par une liste de sommets à partir du numéro d'octet ID_V, voir le Tableau 15.

L'ordre dans la liste est arbitraire mais fixé.

Tableau 15 – Sommets

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_V	2	V	Nombre total de sommets	$5 < V < 65\,535$
ID_V+02	2	R	Nombre de sommets appartenant aux arêtes de la gamme de couleurs	$0 < R < V$
ID_V+04	$\lceil 3VN/8 \rceil$		$3V$ coordonnées de l'espace des couleurs codées définissant les sommets V	Coordonnées codées de l'espace des couleurs
ID_V+04+ $\lceil 3VN/8 \rceil$	$\lceil R \lceil Id(V) \rceil / 8 \rceil$		R indices des sommets appartenant aux arêtes de la gamme de couleurs	$[0; V - 1]$ doivent être des indices valides de sommets

Ici $\lceil \bullet \rceil$ est l'opération arrondi au nombre entier supérieur le plus proche. V est le nombre total de sommets de la description de la géométrie de la gamme de couleurs.

Les sommets appartenant aux arêtes de la gamme de couleurs sont un sous-ensemble de tous les sommets. Les arêtes d'une gamme de couleurs sont ces positions sur la surface présentant une discontinuité de la courbure de la surface, telles que arêtes ou sommets.

7.8.2 Mise en paquets des coordonnées de l'espace des couleurs relatives aux sommets

Pour un codage sur 8 bits, les 12 coordonnées de l'espace des couleurs sont directement codées en 12 octets. Pour un codage sur 10 bits, les sommets sont regroupés conformément au Tableau 16. Pour un codage sur 12 bits, les sommets sont regroupés conformément au Tableau 17.

Tableau 16 – Mise en paquets des coordonnées de l'espace des couleurs sur 10 bits

Numéro d'octet relatif hexadécimal	Taille octets	Description									
		7	6	5	4	3	2	1	0		
00	1	A_high									
01	1	A_low			B_high						
02	1	B_low					C_high				
03	1	C_low							D_high		
04	1	D_low									

Tableau 17 – Mise en paquets des coordonnées de l'espace des couleurs sur 12 bits

Numéro d'octet relatif hexadécimal	Taille octets	Description							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00	1	A_high							
01	1	A_low				B_high			
02	1	B_low							
03	1	C_high							
04	1	C_low				D_high			
05	1	D_low							

8 Description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profils moyen et simple)

8.1 Généralités

Cet article spécifie le profil simple et le profil moyen de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs. Voir l'Article 7 pour ce qui concerne le profil complet.

8.2 Profil moyen

Dans l'en-tête des métadonnées Gamut ID, si ID_PROFILE est égal à 0b01, la description de la géométrie d'une gamme de couleurs doit correspondre au profil moyen.

Pour la description de la géométrie d'une gamme de couleurs, le profil moyen est identique au profil complet, excepté les spécifications suivantes.

Dans le profil moyen, l'en-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs est défini conformément au Tableau 5, sauf:

- le nombre de niveaux de la population de couleurs doit toujours être $P = 1$;
- le nombre de niveaux de détails doit être $K = 1$ ou $K = 2$.

Les enveloppes d'une gamme de couleurs sont définies conformément au Tableau 8, excepté:

- le nombre total H des enveloppes d'une gamme de couleurs doit être inférieur ou égal à 4.

Chaque enveloppe d'une gamme de couleurs est définie conformément au Tableau 9, excepté:

- le nombre de composants d'une gamme de couleurs référencés qui sont utilisés inversés par la h^e enveloppe GH doit être $\bar{C}_h = 0$.

Les composants d'une gamme de couleurs sont définis conformément au Tableau 10, excepté:

- le nombre total C de composants d'une gamme de couleurs doit être inférieur ou égal à 4.

8.3 Profil simple

Si ID_PROFILE (voir Tableau 2) est égal à 0b10, la description de la géométrie d'une gamme de couleurs doit correspondre au profil simple.

Dans le profil simple, ID_GBD_SPACE (voir Tableau 2) doit être 0b011.

Pour ce profil, le format de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs est résumé par le Tableau 18.

Tableau 18 – Description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil simple)

Numéro d'octet hexadécimal	Description
ID_G	En-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs
ID_V	Sommets

L'en-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs suit l'en-tête d'identification d'une gamme de couleurs et est défini conformément au Tableau 19.

Tableau 19 – En-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs (profil simple)

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_G	2	ID_V	Numéro d'octet du début des sommets	ID_G + 04
ID_G + 02	1		Réservé	0
ID_G + 03	1		Réservé	0

Les sommets sont définis par une liste de sommets à partir du numéro d'octet ID_V. Dans le profil simple, ID_V est égal à ID_G + 0h04. Il y a $V = 5$ sommets, respectivement un pour blanc, noir, rouge, vert et bleu, conformément au Tableau 20.

Tableau 20 – Définition des sommets (profil simple)

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
ID_V	2	V	Nombre total de sommets	Doit être 5
ID_V+02	2	R	Doit être zéro	0
ID_V+04	$\lceil 3V/8 \rceil$		3V coordonnées codées de l'espace des couleurs définissant V sommets	Coordonnées codées de l'espace des couleurs

Ici $\lceil \bullet \rceil$ est l'opération arrondi au nombre entier supérieur le plus proche.

Un exemple relatif à la description de la géométrie d'une gamme de couleurs utilisant ce profil simple est donné à l'Annexe D.

9 Description de la reproduction des couleurs

Si le champ ID_E dans l'en-tête des métadonnées Gamut ID n'est pas 0h0000, la description de la reproduction des couleurs doit suivre à partir du numéro d'octet ID_E. La description de la reproduction des couleurs détermine le lien entre les coordonnées codées de l'espace des couleurs et les coordonnées des couleurs reproduites, coordonnées radiométriquement linéaires de l'espace des couleurs CIEXYZ comme définies dans la CIE 15. Lorsqu'on utilise la description de la reproduction des couleurs, l'état image (en anglais *image state*) des coordonnées codées de l'espace des couleurs doit être rapporté à la sortie (*output-referred*) comme cela est défini dans l'ISO 22028-1.

L'en-tête de la description de la reproduction des couleurs doit être conforme au Tableau 21. Les métadonnées Gamut ID peuvent contenir Q modèles distincts de reproduction des couleurs, de E_0 à E_{Q-1} . L'index allant en augmentant, les profils de reproduction des couleurs doivent avoir une précision croissante et ont habituellement un encombrement mémoire croissant. Il convient que E_0 ait la précision la plus faible et l'encombrement mémoire le plus petit.

Tableau 21 – En-tête de la description de la reproduction des couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur décimal
ID_E	1	Q	Nombre de niveaux des détails (nombre de profils de reproduction des couleurs)	$1 \leq Q \leq 255$
ID_E + 01	SE_0	E_0	Premier profil de reproduction des couleurs	
:				
:				
ID_E + 01 + $\sum_{q=1 \dots Q-1} SE_m$	SE_{Q-1}	E_{Q-1}	Q^e profil de reproduction des couleurs	

Chaque modèle de reproduction des couleurs du Gamut ID doit être codé en binaire en utilisant le format du profil ICC spécifié dans l'ISO 15076-1:2005, mais seules sont exigées les balises suivantes:

- profileDescriptionTag;
- copyrightTag;
- mediaWhitePointTag;
- chromaticAdaptationTag – lorsque l'espace des couleurs indiqué par ID_GBD_SPACE suppose l'adaptation à un blanc de chromaticité différente de celle de l'illuminant D50 de la CIE;
- Au moins l'un des groupes de balises suivants:
 - Balises des profils d'écran à N composants définis par une LUT (Look Up Table ou table de recherche): AtoB1Tag et BtoA1Tag;
 - Balises des profils d'écran à trois composants définis par les matrices: redMatrixColumnTag, greenMatrixColumnTag, blueMatrixColumnTag, redTRCTag, greenTRCTag, blueTRCTag.

Un modèle de reproduction des couleurs du Gamut ID ne doit pas contenir la balise suivante issue de l'ISO 15076-1:2005:

- outputResponseTag.

Un modèle de reproduction des couleurs du Gamut ID doit avoir les caractéristiques suivantes:

- l'intention de rendu (*rendering-intent*) indiquée dans l'en-tête du profil ICC doit être soit l'intention de rendu "colorimétrique absolu" (*absolute colorimetric intent*) de l'ICC, soit l'intention de rendu "colorimétrique relatif" (*media-relative colorimetric intent*);
- le "Profile Connection Space (PCS)" doit être XYZData;
- si l'espace des couleurs indiqué par ID_GBD_SPACE suppose l'adaptation à un blanc de chromaticité différente de D50, il convient que la balise *chromaticAdaptationTag* de l'ICC contienne une transformée de Bradford linéarisée, conformément à l'Annexe E de l'ISO 15076-1:2005, et serve de transformation d'adaptation chromatique (CAT) qui transforme des coordonnées de l'espace des couleurs CIEXYZ sous l'illumination native et avec le blanc natif choisi en des coordonnées de l'espace des couleurs PCS CIEXYZ adaptées au blanc PCS D50 choisi.

NOTE La balise *mediaWhitePointTag* donne les valeurs des composantes trichromatiques du point blanc du support après l'adaptation chromatique au blanc PCS D50 choisi. Toutes les coordonnées de l'espace des couleurs PCS XYZ, incluant les valeurs *mediaWhitePointTag*, sont adaptées à ce point blanc.

Si une quelconque balise du profil ICC, indiquée ci-après, est présente dans un modèle de reproduction des couleurs, elle ne doit pas servir à obtenir des informations sur la gamme de couleurs:

- gamutTag,
- AtoB0Tag,
- BtoA0Tag,
- AtoB2Tag,
- BtoA2Tag,
- DtoB0Tag,
- BtoD0Tag,
- DtoB2Tag,
- BtoD2Tag.

Annexe A (informative)

Taille des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs

La présente Annexe donne des informations sur la taille des parties suivantes des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs:

- en-tête des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs;
- description de la géométrie d'une gamme de couleurs.

La taille de l'en-tête des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs est de 9 octets.

Pour les profils moyen et complet, la taille en octets de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs, nommée *G*SIZE, est donnée par:

$$G\text{SIZE} = 26 + P + 6I + 3H + 2C + \sum H_i + \sum (C_h + \overline{C}_h) + \sum [F_c \lceil \text{Id}(F) \rceil / 8] \\ + \lceil 3F \lceil \text{Id}(V) \rceil / 8 \rceil + \lceil 3VN / 8 \rceil + \lceil R \lceil \text{Id}(V) \rceil / 8 \rceil$$

où

I est le nombre de réalisations ou instanciations d'une gamme de couleurs;

H est le nombre d' enveloppes d'une gamme de couleurs;

C est le nombre de composants d'une gamme de couleurs;

F est le nombre de faces;

V est le nombre de sommets;

H_i est le nombre de GH utilisées par le *i*^e GI;

C_h est le nombre de GC utilisés par la *h*^e GH;

$\overline{C}_h$ est le nombre de GC inversés utilisés par la *h*^e GH;

F_c est le nombre de faces utilisées par le *c*^e GC;

N est le nombre de bits par voie de couleur;

R est le nombre de sommets appartenant aux arêtes de la gamme de couleurs.

Pour le profil simple, *G*SIZE est 77.

Annexe B (informative)

Motivation et exigences

B.1 Historique

En 2006, la CEI publia la Norme internationale CEI 61966-2-4. Elle définit un codage de l'espace des couleurs à gamme de couleurs élargie, et elle est référencée dans le document HDMI 1.3 [4] et dans d'autres documents. A la même époque, un paquet de métadonnées de gamme de couleurs a été adopté pour le HDMI 1.3, décrivant la gamme des couleurs d'un contenu vidéo.

La CEI 61966-12-1 (la présente Norme) spécifie un format de métadonnées de gamme de couleurs, étendu, généralisé et évolutif.

B.2 Motivation

Afin de permettre la reproduction colorimétrique correcte des couleurs d'un contenu vidéo par un récepteur vidéo, trois conditions doivent être satisfaites.

- a) Le codage des couleurs du contenu doit être correctement interprété par le dispositif d'affichage.
- b) Les différences entre la gamme des couleurs du contenu et celle du récepteur doivent être identifiées et traitées de façon contrôlée.
- c) Les différences entre les conditions d'observation de l'écran et les conditions d'observation du dispositif de référence doivent être compensées.

Les métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs se concentrent sur la deuxième condition. Cependant, pour satisfaire à cette deuxième condition, les première et troisième conditions doivent aussi être prises en compte.

Un exemple typique de différences entre gammes de couleurs est celui des couleurs du contenu vidéo situées en dehors de la gamme de couleurs du récepteur. Des couleurs hors gamme sont habituellement traitées par des algorithmes de transposition entre les gammes de couleurs. Les couleurs hors gamme ne peuvent jamais être reproduites correctement; dire par quelle couleur remplacer une couleur située en dehors de la gamme du récepteur est une affaire d'appréciation de l'aspect des couleurs et d'intention artistique.

La motivation principale de cette norme d'identification des gammes de couleurs (*Gamut ID*) est d'offrir un format unifié, afin de définir la gamme du contenu vidéo qui sera transposée par le récepteur vidéo sur sa propre gamme de couleurs.

Une seconde motivation de cette norme est d'offrir un format unifié, pour définir la gamme de couleurs du récepteur vidéo, dans le cas où la transposition entre gammes n'est pas faite par le dispositif d'affichage, mais ailleurs.

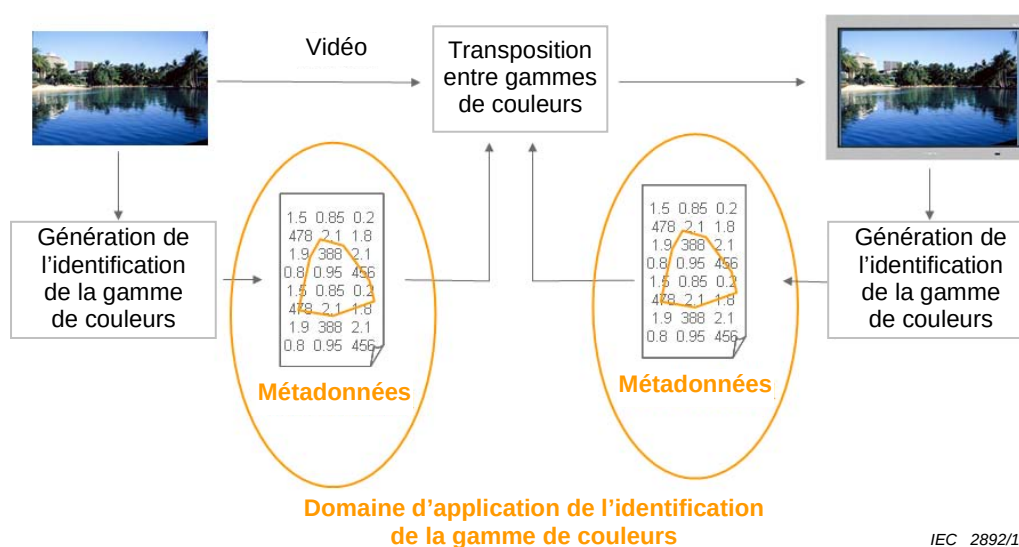
Si le récepteur vidéo n'a pas connaissance de la gamme réelle des couleurs du contenu vidéo, il lui faut transposer toute couleur entrante sur sa propre gamme de couleurs. Afin de conserver les détails des images, un récepteur vidéo peut utiliser une transposition de gammes de couleurs plus sophistiquée qu'un simple écrêtage. Les couleurs possibles sont définies par les règles utilisées pour le codage de l'espace des couleurs et pour la reproduction des couleurs (par exemple SMPTE S274M). Nous appelons ces couleurs possibles "gamme d'encodage des couleurs". La gamme de couleurs du contenu est toujours identique à, ou plus petite que, la gamme d'encodage des couleurs. S'il n'y a pas de

description de la gamme réelle des couleurs du contenu la transposition entre gammes de couleurs utilisera donc cette gamme d'encodage comme gamme du contenu. La transposition des gammes ne sera alors pas bien adaptée au contenu et peut entraîner un manque ou un excès de contraste et de saturation. A titre d'exemple, le résultat de la désadaptation est le plus visible lorsque la gamme réelle des couleurs du contenu est proche de la gamme du récepteur, avec une gamme d'encodage plus grande que la gamme du récepteur. Les métadonnées Gamut ID résolvent ce problème en associant au contenu une description de sa gamme réelle de couleurs.

B.3 Domaine d'application des métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs Gamut ID

La Figure B.1 présente le domaine d'application des métadonnées Gamut ID d'identification d'une gamme de couleurs. Ces métadonnées sont habituellement associées au contenu vidéo et/ou à l'équipement vidéo. Elles contiennent des métadonnées décrivant la gamme de couleurs du contenu vidéo ou la gamme de couleurs de l'équipement vidéo et les informations associées de reproduction de couleurs. Le contenu vidéo peut être une unique image, une série d'images, simplement un objet visible, ou n'importe quel autre contenu fait d'images. L'équipement peut être une source vidéo (caméra, boîtier adaptateur) ou un récepteur vidéo (écran, imprimante).

La présente Norme spécifie le format des métadonnées Gamut ID. Ces métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs peuvent être associées à un contenu ou à un dispositif d'affichage. La Norme est ouverte à toute méthode qui génère des métadonnées Gamut ID. La génération des métadonnées est un domaine ouvert pour le créateur de contenus qui peut ajouter de la valeur au contenu, ou pour le fabricant d'équipements qui peut ajouter de la valeur aux équipements, ou pour le fournisseur de services qui peut ajouter de la valeur aux services. La Norme décrivant les métadonnées Gamut ID d'identification d'une gamme de couleurs peut être utilisée d'une multitude de manières, par exemple afin de faciliter la transposition entre gammes de couleurs. C'est une porte ouverte pour les créateurs de contenus, les fabricants d'équipements et les fournisseurs de services pour créer de la valeur ajoutée. La transposition entre gamme de couleurs est un sujet largement traité dans les publications scientifiques [2] et une revue de synthèse sur l'ensemble des méthodes a été élaborée par la CIE [1].



IEC 2892/10

Figure B.1 – Domaine d'application de l'identification de la gamme de couleurs – La génération et l'utilisation des métadonnées ne sont pas spécifiées

B.4 Exigences

Tout d'abord, la description de la gamme de couleurs à coder doit, dans le cadre de la présente Norme employer des coordonnées de l'espace des couleurs pour un état de l'image² rapporté à la sortie³. Ensuite, il convient que les métadonnées Gamut_ID permettent et une extensibilité et une réduction de complexité pour implémentation à faible complexité de calcul. En outre, les métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs doivent tenir compte des caractéristiques physiques des espaces de couleurs, et en vue d'applications de haute qualité doivent permettre des retraitements colorimétriques à visées artistiques (*creative processes*) lors de la production des contenus.

Les exigences applicables aux métadonnées Gamut ID incluent:

- La prise en compte de la reproduction des couleurs
 - Utiliser un codage des couleurs avec une interprétation relative à l'état de l'image en sortie fournie pour la description de la gamme de couleurs
- L'extensibilité
 - permettre différents niveaux de précision de la gamme de couleurs
 - permettre différents niveaux de précision de la reproduction des couleurs
- Une faible complexité de calcul
 - supporter les normes graphiques existantes
 - permettre une géométrie simple de la gamme de couleurs en utilisant des formes convexes
 - permettre la décomposition de la gamme de couleurs en modules sous-gammes
- Un faible encombrement mémoire
 - permettre la réutilisation multiple de modules sous-gammes
- La considération de la physique des couleurs
 - viser des arêtes de la gamme des couleurs dues aux propriétés des sources colorées ou des colorants
- Des interprétations créatives
 - tenir compte de l'importance et du nombre des couleurs dans les gammes de couleurs.

Ces exigences ne sont pas satisfaites par le paquet de métadonnées de gamme de couleurs du document HDMI 1.3 [4].

B.5 Structure

Dans les métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs la géométrie d'une gamme est décrite par des limites ou frontières. Une description de frontière GBD (*gamut boundary description*) décrit dans un espace des couleurs la surface limite de dimension deux d'une gamme de couleurs de dimension trois. Une description de frontière GBD est un ensemble de faces indexées. Les faces sont des surfaces élémentaires triangulaires. La Figure B.2 donne un exemple de gamme de couleurs qui pourrait être contenue dans la description Gamut ID de sa géométrie de gamme de couleurs.

² *Output referred image state*, au sens de l'ISO 22028-1.

³ Id est une image qui a subi un traitement colorimétrique en vue de sa restitution sur un appareil réel ou virtuel spécifié et dans des conditions de visionnage spécifiées.

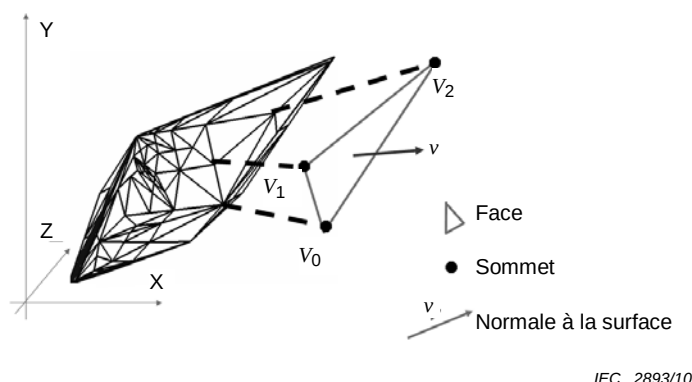


Figure B.2 – Exemple d'une description d'une géométrie de gamme de couleurs dans l'espace des couleurs CIEXYZ, composée d'un ensemble de faces triangulaires

La description d'une géométrie d'une gamme de couleurs correspondant à l'exemple de la Figure B.2 contient un ensemble de sommets ($V_0, V_1, V_2, V_3, \dots$). Chaque sommet est défini par ses trois coordonnées dans l'espace des couleurs, ce qui suppose le choix d'un espace des couleurs et d'une règle de codage des couleurs. Les coordonnées de l'espace des couleurs doivent se rapporter à la sortie (*output referred image state*). Le lien entre les coordonnées codées de l'espace des couleurs et les coordonnées radiométriquement linéaires de l'espace des couleurs CIEXYZ dépend de la règle adoptée pour la reproduction des couleurs. Les données d'identification Gamut ID peuvent contenir une description optionnelle, explicite, de la reproduction de couleurs, similaire à celles de l'ICC (*International Color Consortium*).

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs correspondant à l'exemple de la Figure B.2 contient aussi un ensemble de faces ($F_0, F_1, F_2, F_3, \dots$). Soit F_0 la face donnée à la Figure B.2 à titre d'exemple. La face F_0 est définie par les trois indices 0, 1, 2 de ses trois sommets V_0, V_1, V_2 . Un ensemble de telles faces est dénommé "ensemble de faces indexées". La normale à la surface d'une face pointe toujours vers l'extérieur de la gamme de couleurs. Conformément à l'ordre des indices 0, 1, 2, la normale à la surface de F_0 est définie comme suit:

$$v = \frac{(V_2 - V_0) \times (V_1 - V_0)}{|V_2 - V_0| \cdot |V_1 - V_0|}$$

où

$\times$ est le produit vectoriel,

$|\bullet|$ est l'opérateur de longueur ou module du vecteur, et

v est la normale à la surface.

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs est organisée d'une façon hiérarchique comme montré à la Figure 1. La description de la géométrie contient un ensemble de chacun des éléments suivants:

- **Sommets:** chacun défini par ses coordonnées trichromatiques;
- **Faces:** chacune définie par exactement les trois indices des trois sommets correspondants de l'ensemble des sommets;
- **Composants d'une gamme de couleurs:** chacun étant une surface 3D connexe, définie par une liste d'au moins une face;
- **Enveloppes d'une gamme de couleurs:** chacune des enveloppes est la surface fermée d'un volume connexe dans l'espace des couleurs, et est définie par une liste d'au moins un composant d'une gamme de couleurs;

- **Instanciation d'une gamme de couleurs:** chacune est une description valide d'une frontière d'une gamme de couleurs, et est définie par une liste d'au moins une enveloppe d'une gamme de couleurs.

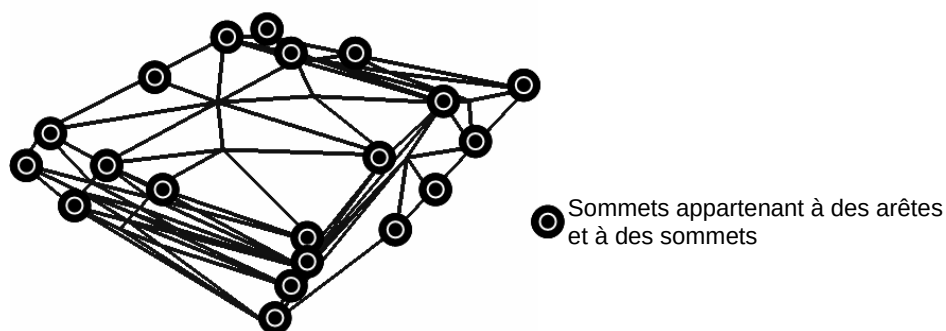
Le Tableau B.1 montre comment la structure hiérarchique de ces métadonnées d'identification Gamut ID satisfait les exigences susmentionnées.

Tableau B.1 – Exigences et propriétés des identifiants d'une gamme de couleurs (Gamut ID)

Exigence	Propriété du Gamut ID	Avantage
Prise en compte de la reproduction de couleurs: Utilise le codage de couleur correspondant à l'état de l'image rapporté à une sortie	Le Gamut ID contient une description optionnelle de la reproduction des couleurs en supposant l'état d'image rapporté à une sortie (<i>output referred image state</i>).	Les métadonnées Gamut ID peuvent être utilisées pour améliorer l'exactitude de la reproduction des couleurs.
Extensibilité Permettre différents niveaux de précision dans la description d'une gamme de couleurs.	Un identificateur Gamut ID peut contenir K niveaux de détails. Il peut donc contenir K instanciations différentes, de la gamme de couleurs.	Le récepteur vidéo peut choisir le niveau des détails selon ses possibilités.
Extensibilité: Permettre différents niveaux de précision de la reproduction des couleurs.	Un identificateur Gamut ID peut contenir Q niveaux de détails pour la description de la reproduction des couleurs.	Le récepteur vidéo peut choisir le niveau des détails selon ses possibilités.
Faible complexité de calcul: Permettre une géométrie simple utilisant des formes convexes.	Un Gamut ID autorise des géométries avec des formes convexes ou non. Il peut contenir plusieurs réalisations ou instanciations différentes dont une au moins n'utilise que des formes convexes.	Le récepteur vidéo peut choisir l'instanciation GI n'utilisant que des formes convexes afin d'accélérer les opérations géométriques.
Faible complexité de calcul: Support des normes graphiques existantes.	Le Gamut ID est fondé sur un ensemble de faces indexées.	Opérations accélérées en OpenGL (<i>Open Graphics Library</i>) et avec un processeur graphique.
Faible complexité de calcul: Permettre la décomposition de la gamme de couleurs en modules sous-gammes.	Le Gamut ID peut contenir des instanciations GI modulaires, chacune définie par une ou plusieurs enveloppes de gamme de couleurs; l'union des volumes de ces enveloppes GH est alors le volume de l'instanciation GI.	La vidéo est capable de traiter des gammes de couleurs non convexes tout en accélérant les opérations géométriques par emploi d'enveloppes GH convexes.
Faible encombrement mémoire: Permettre la réutilisation multiple des modules sous-gamme.	Le Gamut ID peut contenir des enveloppes GH modulaires définies par un ou plusieurs composants GC, tous ces GC ensemble formant une enveloppe GH. Un composant GC peut être utilisé par plusieurs enveloppes GH.	Des parties de forme de la gamme de couleurs communes à différentes instanciations GI ne sont définies qu'une fois; l'encombrement mémoire s'en trouve réduit.
Prise en considération de la physique des couleurs: Prise en compte des arêtes de la gamme de couleurs correspondant aux sources colorées employées en visualisation.	Un sommet peut contenir un drapeau indiquant qu'il représente un sommet ou une arête, avec une discontinuité de la courbure de la surface délimitant la gamme de couleurs.	Le récepteur vidéo est capable d'éviter le lissage aux arêtes et aux sommets lorsqu'il traite des gammes de couleurs.
Créativité: Considérer la population des couleurs.	Un Gamut ID peut contenir $P > 1$ instanciations alternatives d'une gamme de couleurs, contenant différents pourcentages des couleurs de la gamme de couleurs à coder.	Le récepteur vidéo peut différencier entre couleurs fréquentes et couleurs rares.

B.6 Caractéristiques spécifiques

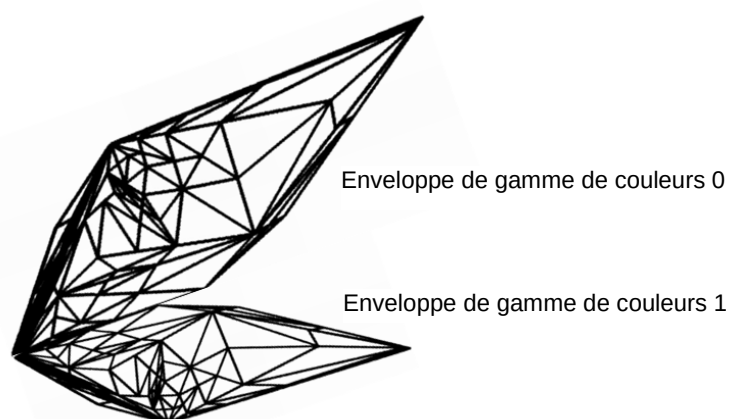
Un exemple de prise en considération de la physique des colorants pour les arêtes à utiliser dans la définition de la géométrie de la gamme de couleurs est montré à la Figure B.3. Les sommets appartenant à une arête ou à un sommet y sont identifiés. Les arêtes peuvent être des lignes à la surface de la gamme de couleurs reliant deux sommets ou plus. Les sommets peuvent être des couleurs primaires, des couleurs secondaires, un point noir, ou un point blanc, par exemple.



IEC 2894/10

Figure B.3 – Exemple de gamme de couleurs avec une arête identifiée par des sources colorées

Un exemple d'une description de la géométrie d'une gamme de couleurs décomposant la gamme de couleurs en modules est donné à la Figure B.4. La gamme de couleurs est l'union des volumes de toutes les enveloppes de gamme de couleurs. Dans cet exemple, les deux enveloppes de gammes de couleurs sont convexes, alors que la gamme de couleurs globale n'est pas convexe. Avec cette description de la géométrie d'une gamme de couleurs, des opérations géométriques telles que l'obtention de la ligne d'intersection de gammes de couleurs se font avec la géométrie simple des enveloppes convexes.



IEC 2895/10

Figure B.4 – Exemple d'une gamme de couleurs non convexe avec deux enveloppes convexes de gamme de couleurs

Un exemple d'une enveloppe de gamme de couleurs utilisant un composant de gamme de couleurs de manière inversée est expliqué ci-après. Les composants GC sont habituellement définis de manière que les normales aux surfaces des faces pointent vers l'extérieur de la gamme de couleurs. Si un composant GC est utilisé inversé, les normales aux surfaces sont

censées pointer vers l'intérieur de la gamme de couleurs. Par cette procédure, un même composant GC peut être utilisé par deux enveloppes GH, et il définit la face de séparation entre ces enveloppes GH. Dans la première enveloppe GH, ce composant GC est employé non inversé et dans la deuxième enveloppe GH, le composant GC est employé inversé.

Annexe C (informative)

Utilisation de profils

C.1 Profils d'identification d'une gamme de couleurs

La description de la géométrie d'une gamme de couleurs correspond à l'un des trois profils:

- profil complet;
- profil moyen;
- profil simple.

Ces profils sont récapitulés au Tableau C.1.

Tableau C.1 – Profils pour la description de la géométrie d'une gamme de couleurs

Caractéristiques de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs	Gamut ID profil simple	Gamut ID profil moyen	Gamut ID profil complet
ID_PROFILE dans l'en-tête de Gamut ID	0b10	0b01	0b00
Sommets couleurs	5 sommets prédéfinis dans l'ordre connu: blanc, noir, rouge, vert, bleu	tous	tous
Faces couleurs	non autorisées		
Nombre de composants de la gamme	non autorisés	≤4	tous
Nombre d'enveloppes de la gamme	non autorisées	≤4	
Nombre d'instanciations de la gamme	non autorisées	≤2	
Niveaux des détails	non autorisés	≤2	
Forme non convexe	non autorisée	autorisée	autorisé
Indication des arêtes de la gamme	non autorisée	autorisée	
Pourcentage des couleurs de la gamme	non autorisé	non autorisé	
Composants de la gamme inversés	non autorisés	non autorisés	

C.2 Profil moyen

Le profil moyen a les limitations suivantes par rapport au profil complet:

- la description de la géométrie ne doit pas utiliser de pourcentage des couleurs de la gamme;
- la description de la géométrie ne doit pas utiliser de composants **inversés**;
- le nombre de composants de la gamme de couleurs ne doit pas être supérieur à quatre;
- le nombre d'enveloppes de la gamme ne doit pas être supérieur à quatre;
- le nombre d'instanciations de la gamme ne doit pas être supérieur à deux;
- le nombre de niveaux des détails ne doit pas être supérieur à deux.

C.3 Profil simple

Le profil simple a les limitations suivantes par rapport au profil complet:

- la description de la couleur consiste en 5 sommets pour le blanc, le noir, le rouge, le vert, le bleu, respectivement, et $V = 5$ (voir Tableau 15);
- il n'y a aucune description de la reproduction des couleurs;
- il n'y a aucune instanciation GI, $I = K = P = 0$, $X = 1$ et ID_GI est égal à 0h0000 (voir Tableau 5);
- il n'y a aucune enveloppe GH, $H = 0$ et ID_GH est égal à 0h0000 (voir Tableau 5);
- il n'y a aucun composant GC, $C = 0$ et ID_GC est égal à 0h0000 (voir Tableau 5);
- il n'y a aucune face, $F = 0$ et ID_F est égal à 0h0000 (voir Tableau 5);
- l'espace des couleurs est XYZ et ID_GBD_SPACE est égal à 0b011 (voir Tableau 2).

Un exemple est donné à l'Annexe D.

Annexe D (informative)

Exemple de métadonnées d'identification d'une gamme de couleurs dans un profil simple

La présente annexe donne un exemple de métadonnées Gamut ID d'identification d'une gamme de couleurs utilisant le profil simple. Dans cet exemple, les métadonnées Gamut ID décrivent la gamme réelle des couleurs d'un contenu vidéo préparé pour la projection, conformément aux paramètres nominaux d'image de la spécification du système numérique pour le cinéma DCI (*Digital Cinema Initiative*) [3] du Tableau D.1:

Tableau D.1 – Gamme de couleurs pour le cinéma numérique

Couleur	CIE x	CIE y	CIE X	CIE Y	CIE Z
blanc	0,314	0,351	42,940	48,000	45,812
noir	0,314	0,351	0,021	0,024	0,023
rouge	0,680	0,320	21,463	10,100	0,000
vert	0,265	0,690	13,288	34,600	2,257
bleu	0,150	0,060	8,275	3,310	43,582

Les métadonnées Gamut ID contiennent une unique description de la frontière de la gamme de couleurs décrivant une gamme de couleurs réelle définie par cinq sommets de couleur: blanc, noir, rouge, vert et bleu, conformément au Tableau D.1.

Les métadonnées Gamut ID commencent avec l'en-tête décrit au Tableau D.2:

Tableau D.2 – Exemple d'en-tête

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symboles	Description								Valeur
			7	6	5	4	3	2	1	0	
00	1	N, P	0	1	0	0	0	0	1	1	
			R	ID_PROFILE	ID_PRECISION	ID_GBD_SPACE					
01	1	ID_G	Numéro d'octet depuis le début de la description de la géométrie de la gamme de couleurs.								0h00
02	1										0h09
03	1	ID_E	Numéro d'octet depuis le début de la description de la reproduction des couleurs.								0h00
04	1										0h00
05	1		Réservé. Doit être zéro.								0h00
06	1										0h00
07	1		Réservé. Doit être zéro.								0h00
08	1										0h00

ID_PROFILE est mis à 0b10 (profil simple). ID_PRECISION est mis à 0b00. ID_GBD_SPACE est mis à 0b011 (XYZ). ID_G est égal à 0h009. Dans cet exemple, ID_E est mis à 0h0000 et les métadonnées d'identification de la gamme de couleurs ne contiennent pas de description de la reproduction des couleurs.

Les nombres entiers 16 bits ou les valeurs des adresses sont codés en deux octets, en mode gros-boutiste, c'est-à-dire avec les MSB (bit de poids fort) dans le premier octet et les LSB (bit de poids faible) dans le deuxième octet.

L'en-tête de la description de la géométrie de la gamme de couleurs est construit suivant le Tableau D.3.

Tableau D.3 – Exemple pour l'en-tête de la description de la géométrie d'une gamme de couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
09	1	ID_V	Numéro d'octet du début des sommets	0h00
0A	1			0h1A
0B	1		Réservé	0h00
0C	1		Réservé	0h00

Il n'y a aucun GI, aucune GH, aucun GC et aucune face.

Il y a 5 sommets, conformément au Tableau D.4.

Tableau D.4 – Exemple de définition des sommets

Numéro d'octet hexadécimal	Taille octets	Symbole	Description	Valeur
0D	1	V	Nombre total de sommets	0h00
0E	1			0h05
0F	1	R	Doit être zéro	0h00
10	1			0h00
11	$\lceil 3VN/8 \rceil = 60$		3V coordonnées de l'espace des couleurs codées définissant V sommets	Voir Tableau D.5.

Les sommets représentent respectivement les couleurs primaires, donc le blanc, le noir, le rouge, le vert et le bleu de la gamme réelle de couleurs. Pour chaque sommet, la couleur correspondante est codée en nombre XYZ (voir les profils ICC dans ISO 15076-1:2005) et nécessite 12 octets. Chaque coordonnée de l'espace des couleurs (X, Y ou Z) est codée comme s15Fixed16Number (voir les profils ICC dans ISO 15076-1:2005) et nécessite $N = 32$ bits. Il y a 60 octets de données de sommets, représentant 5 fois 12 octets. Les coordonnées de couleurs codées sont montrées au Tableau D.5.

Tableau D.5 – Coordonnées des sommets, codées dans l'espace des couleurs

Numéro d'octet hexadécimal	Valeur hexadécimal	Description
11	00	Blanc X
12	2A	
13	F0	
14	AF	
15	00	Blanc Y
16	30	
17	00	
18	00	
19	00	Blanc Z
1A	2D	
1B	CF	
1C	DC	
1D	00	Noir X
1E	00	
1F	05	
20	7F	
21	00	Noir Y
22	00	
23	06	
24	24	
25	00	Noir Z
26	00	
27	05	
28	DD	
29	00	Rouge X
2A	15	
2B	76	
2C	66	
2D	00	Rouge Y
2E	0A	
2F	19	
30	99	
31	00	Rouge Z
32	00	
33	00	
34	00	

Numéro d'octet hexadécimal	Valeur hexadécimal	Description
35	00	Vert X
36	0D	
37	49	
38	D4	
39	00	Vert Y
3A	22	
3B	99	
3C	99	
3D	00	Vert Z
3E	02	
3F	41	
40	AB	
41	00	Bleu X
42	08	
43	46	
44	66	
45	00	Bleu Y
46	03	
47	4F	
48	5C	
49	00	Bleu Z
4A	2B	
4B	94	
4C	E8	

L'identification Gamut ID de la gamme de couleurs décrite dans cet exemple a une longueur de 77 octets.

Bibliographie

- [1] J. Morovic and M. R. Luo, The Fundamentals of Gamut Mapping: A Survey, *Journal of Imaging Science and Technology*, 45/3:283-290, 2001.
 - [2] N. Katoh, Corresponding Colour Reproduction from Softcopy Images to Hardcopy Images, PhD thesis, Chiba University, Japan, 2002.
 - [3] Digital Cinema Initiatives, LLC, Digital Cinema System Specification, Version 1.1, April 12, 2007.
 - [4] High-Definition Multimedia Interface (HDMI), Specification Version 1.3, June, 2006.
 - [5] J. Stauder, L. Blondé, P. Morvan, A. Schubert, I. Doser, W. Endress, A. Hille, C. Correa and D. Bancroft, Gamut ID, IET European Conference on Visual Media Production, CVMP-07, London, November 27-28, 2007. © The IET 2007, First published in the proceedings of the 4th IET European Conference on Visual Media Production (2007), held at The IET, Savoy Place, London, UK: 27-28 November 2007
 - [6] ITU-R BT.601-5:1995, *Paramètres de codage en studio de la télévision numérique pour des formats standards d'image 4:3 (normalisé) et 16:9 (écran panoramique)*
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch