

# NORME INTERNATIONALE

**Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation électrique -  
Partie 1-3: Composants communs - Spécification des câbles et des connecteurs  
USB Type-C®**

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

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

IEC Secretariat  
3, rue de Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

**Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### **Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation électrique -**

### **Partie 1-3: Composants communs - Spécification des câbles et des connecteurs USB Type-C®**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC avait reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62680-1-3 a été établie par le domaine technique 18: Systèmes multimédias domestiques et applications pour réseaux d'utilisateurs finaux, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de la présente norme a été établi par l'USB Implementers Forum (USB-IF). Les règles structurelles et éditoriales utilisées dans la présente publication reflètent les pratiques en vigueur au sein de l'organisme responsable de sa soumission.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

| Projet       | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 100/4332/CDV | 100/4381/RVC    |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62680, publiées sous le titre général *Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation électrique*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](https://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

# Sample Document

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)

# **Bus universel en série Câbles et connecteurs de Type-C Spécifications**

# Sample Document

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)

**Version 2.4  
Octobre 2024**

**Copyright © 2014-2024, USB 3.0 Promoter Group:**

**Apple Inc., HP Inc., Intel Corporation, Microsoft Corporation,  
Renesas, STMicroelectronics, and Texas Instruments**

**All rights reserved.**

NOTE: Les adoptants ne peuvent utiliser que les câbles et connecteurs USB Type-C® pour mettre en œuvre une fonctionnalité USB ou tierce, comme cela est expressément décrit dans la présente spécification; toutes les autres utilisations sont interdites.

LICENCE LIMITÉE DE DROITS D'AUTEUR: Les Promoteurs de l'USB 3.0 délivrent une licence conditionnelle de droits d'auteur sous les droits inclus dans la spécification des câbles et connecteurs USB Type-C afin d'utiliser et de reproduire la Spécification dans le seul but, et uniquement si cela est nécessaire, d'évaluer la pertinence de la mise en œuvre de la Spécification aux produits avec des produits conformes à la spécification. Nonobstant ce qui précède, l'utilisation de la Spécification en vue de déposer ou de modifier une demande de brevet relative à la Spécification ou à des produits conformes USB n'est pas autorisée. Hormis cette licence explicite de droits d'auteur, aucun autre droit ou licence n'est accordé, ce sans limitation des licences de brevets. Pour obtenir d'autres licences de propriété intellectuelle ou des engagements concernant les droits associés à la Spécification, une partie doit exécuter l'accord des adoptants de l'USB 3.0. NOTE: En utilisant la Spécification, vous acceptez les termes de cette licence en votre nom et, si vous le faites en qualité d'employé, au nom de votre employeur.

Sample Document

#### DÉNI DE RESPONSABILITÉ CONCERNANT LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION VOUS EST FOURNIE "EN L'ÉTAT", SANS GARANTIE D'AUCUNE SORTE, Y COMPRIS TOUTE GARANTIE DE QUALITÉ MARCHANDE, DE NON-VIOLATION OU D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER. LES AUTEURS DE LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION DÉCLINENT TOUTE RESPONSABILITÉ, Y COMPRIS TOUTE RESPONSABILITÉ RELATIVE À LA VIOLATION DE DROITS DE PROPRIÉTÉ, EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION OU LA MISE EN ŒUVRE DES INFORMATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION. LA MISE À DISPOSITION DE LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION N'IMPLIQUE L'OCTROI D'AUCUNE LICENCE, EXPRESSE OU IMPLICITE, PAR PERCLUSION OU AUTRE, SUR AUCUN DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE.

L'ensemble des exemples de mises en œuvre et des conceptions de référence contenus dans la présente Spécification est inclus dans le cadre de la licence de brevet limitée pour les sociétés qui appliquent l'accord des adoptants de l'USB 3.0.

USB Type-C®, USB-C® et USB4® sont des marques de l'Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF). DisplayPort™ est une marque de VESA. Tous les noms de produits sont des marques, des marques déposées ou des marques de service de leurs propriétaires respectifs.

Thunderbolt™ est une marque commerciale d'Intel Corporation. La marque ou le logo Thunderbolt™ ne peut être utilisé qu'avec des produits conçus selon cette spécification, qui ont reçu la certification appropriée et sont utilisés dans le cadre d'une licence de la marque Thunderbolt™ – voir <https://www.usb.org/compliance> pour plus d'informations.

## Sommaire

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                        | 1  |
| Éditeur de la spécification .....                                                                                                         | 21 |
| Contributeurs du groupe de travail de la spécification .....                                                                              | 21 |
| Sociétés du secteur qui ont apporté leurs commentaires au stade révision de la version initiale .....                                     | 29 |
| Historique des révisions.....                                                                                                             | 30 |
| 1 Introduction.....                                                                                                                       | 31 |
| 1.1 Objet .....                                                                                                                           | 31 |
| 1.2 Domaine d'application .....                                                                                                           | 31 |
| 1.3 Documents connexes.....                                                                                                               | 32 |
| 1.4 Conventions.....                                                                                                                      | 32 |
| 1.4.1 Ordre de priorité.....                                                                                                              | 32 |
| 1.4.2 Mots-clés .....                                                                                                                     | 32 |
| 1.4.3 Numérotation.....                                                                                                                   | 33 |
| 1.5 Termes et abréviations.....                                                                                                           | 33 |
| 2 Vue d'ensemble.....                                                                                                                     | 40 |
| 2.1 Introduction .....                                                                                                                    | 40 |
| 2.2 Fiches, embases et câbles USB Type-C .....                                                                                            | 41 |
| 2.3 Processus de configuration .....                                                                                                      | 42 |
| 2.3.1 Détection des branchements/débranchements entre la source et le destinataire .....                                                  | 43 |
| 2.3.2 Détection de l'orientation de la fiche ou des câbles torsadés.....                                                                  | 43 |
| 2.3.3 Détection de l'alimentation initiale (source-destinataire) et établissement de la relation avec les données (hôte-dispositif) ..... | 43 |
| 2.3.4 Détection et utilisation du courant VBUS USB Type-C .....                                                                           | 44 |
| 2.3.5 Communications <i>USB PD</i> .....                                                                                                  | 45 |
| 2.3.6 Extensions fonctionnelles.....                                                                                                      | 45 |
| 2.4 VBUS.....                                                                                                                             | 45 |
| 2.5 VCONN.....                                                                                                                            | 46 |
| 2.6 Hubs.....                                                                                                                             | 46 |
| 3 Mécanique.....                                                                                                                          | 47 |
| 3.1 Vue d'ensemble.....                                                                                                                   | 47 |
| 3.1.1 Connecteurs conformes .....                                                                                                         | 47 |
| 3.1.2 Ensembles câble-connecteurs conformes .....                                                                                         | 47 |
| 3.1.3 Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant conformes .....                                                                | 48 |
| 3.1.4 Ensembles adaptateurs USB Type-C vers existant conformes .....                                                                      | 49 |

|       |                                                                                        |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2   | Interfaces de couplage des connecteurs USB Type-C .....                                | 50  |
| 3.2.1 | Définition de l'interface .....                                                        | 50  |
| 3.2.2 | Schémas de référence .....                                                             | 76  |
| 3.2.3 | Affectation des broches et descriptions .....                                          | 86  |
| 3.3   | Construction des câbles et affectation des fils .....                                  | 88  |
| 3.3.1 | Construction des câbles ( <i>informative</i> ) .....                                   | 88  |
| 3.3.2 | Affectation des fils .....                                                             | 90  |
| 3.3.3 | Calibres de fil et diamètres de câble ( <i>informatifs</i> ) .....                     | 91  |
| 3.4   | Ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés .....                                | 93  |
| 3.4.1 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet .....                                    | 93  |
| 3.4.2 | Ensemble câble-connecteurs <i>USB 2.0</i> Type-C .....                                 | 95  |
| 3.4.3 | Ensemble câble-connecteurs captif USB Type-C .....                                     | 95  |
| 3.4.4 | Ensemble USB Type-C .....                                                              | 96  |
| 3.5   | Ensembles câble-connecteurs existants .....                                            | 96  |
| 3.5.1 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-A .....             | 97  |
| 3.5.2 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A .....             | 98  |
| 3.5.3 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B .....             | 99  |
| 3.5.4 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B .....             | 100 |
| 3.5.5 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B .....                 | 101 |
| 3.5.6 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B .....                | 103 |
| 3.5.7 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B .....                | 104 |
| 3.6   | Ensembles adaptateurs existants .....                                                  | 105 |
| 3.6.1 | Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 3.1</i> Standard-A .....             | 105 |
| 3.6.2 | Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 2.0</i> Micro-B .....                | 106 |
| 3.7   | Caractéristiques électriques .....                                                     | 107 |
| 3.7.1 | Câble brut ( <i>informatif</i> ) .....                                                 | 108 |
| 3.7.2 | Ensembles câble-connecteurs passifs USB Type-C vers USB Type-C .....                   | 109 |
| 3.7.3 | Connecteur couplé ( <i>informatif</i> – <i>USB 3.2</i> Gen2 et <i>USB4</i> Gen2) ..... | 134 |
| 3.7.4 | Exigences SI et essais de l'embase ( <i>normatifs</i> – <i>USB4</i> Gen3/Gen4) .....   | 140 |
| 3.7.5 | Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers USB existant ( <i>normatifs</i> ) .....    | 142 |
| 3.7.6 | Ensembles adaptateurs USB Type-C vers USB existants ( <i>normatifs</i> ) .....         | 146 |
| 3.7.7 | Exigences relatives à l'efficacité de l'écrantage ( <i>normatives</i> ) .....          | 149 |
| 3.7.8 | Exigences électriques en courant continu ( <i>normatives</i> ) .....                   | 151 |
| 3.8   | Exigences mécaniques et environnementales ( <i>normatives</i> ) .....                  | 155 |
| 3.8.1 | Exigences mécaniques .....                                                             | 155 |
| 3.8.2 | Exigences environnementales .....                                                      | 162 |



|        |                                                                                      |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.9    | Applications d'accueil ( <i>informatives</i> ) .....                                 | 163 |
| 3.10   | Notes relatives à la mise en œuvre et guides de conception .....                     | 164 |
| 3.10.1 | Gestion de la CEM ( <i>informatif</i> ).....                                         | 164 |
| 3.10.2 | Espacement physique des connecteurs empilés et adjacents ( <i>informatif</i> ) ..... | 167 |
| 3.10.3 | Remarques sur le couplage des câbles ( <i>informatives</i> ).....                    | 167 |
| 3.11   | Câbles EPR (Extended Power Range) .....                                              | 169 |
| 3.11.1 | Exigences électriques.....                                                           | 169 |
| 3.11.2 | Exigences d'identification du câble EPR.....                                         | 169 |
| 4      | Fonctionnel.....                                                                     | 170 |
| 4.1    | Récapitulatif des signaux.....                                                       | 170 |
| 4.2    | Description des broches de signal.....                                               | 170 |
| 4.2.1  | Broches <i>USB 3.2/USB4</i> .....                                                    | 170 |
| 4.2.2  | Broches <i>USB 2.0</i> .....                                                         | 171 |
| 4.2.3  | Broches de signal auxiliaire.....                                                    | 171 |
| 4.2.4  | Broches d'alimentation et de masse .....                                             | 171 |
| 4.2.5  | Broches de configuration .....                                                       | 171 |
| 4.3    | Utilisation en bande latérale (SBU) .....                                            | 171 |
| 4.4    | Alimentation et masse .....                                                          | 172 |
| 4.4.1  | Chute de tension ohmique.....                                                        | 172 |
| 4.4.2  | VBUS .....                                                                           | 173 |
| 4.4.3  | VCONN .....                                                                          | 175 |
| 4.5    | Canal de configuration (CC) .....                                                    | 180 |
| 4.5.1  | Vue d'ensemble de l'architecture .....                                               | 180 |
| 4.5.2  | Exigences fonctionnelles et comportementales des broches CC.....                     | 195 |
| 4.5.3  | Comportement d'interopérabilité des ports USB.....                                   | 237 |
| 4.6    | Alimentation .....                                                                   | 262 |
| 4.6.1  | Exigences relatives à l'alimentation pendant la veille USB.....                      | 262 |
| 4.6.2  | Alimentation de la VBUS par câble USB Type-C .....                                   | 263 |
| 4.7    | Hubs USB .....                                                                       | 270 |
| 4.8    | Alimentation et charge.....                                                          | 270 |
| 4.8.1  | DFP comme source d'alimentation.....                                                 | 271 |
| 4.8.2  | Méthodes de charge non USB.....                                                      | 273 |
| 4.8.3  | Hôte destinataire .....                                                              | 273 |
| 4.8.4  | Dispositif d'alimentation.....                                                       | 274 |
| 4.8.5  | Charge d'un système avec une batterie déchargée.....                                 | 274 |
| 4.8.6  | Chargeurs multiports USB Type-C.....                                                 | 274 |

|        |                                                                                                                            |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.9    | Câbles avec marquage électronique .....                                                                                    | 278 |
| 4.9.1  | Valeurs de paramètres .....                                                                                                | 280 |
| 4.9.2  | Câbles actifs .....                                                                                                        | 280 |
| 4.10   | Accessoires alimentés par VCONN (VPA) et dispositifs USB alimentés par VCONN (VPD) .....                                   | 281 |
| 4.10.1 | Accessoires alimentés par VCONN (VPA) .....                                                                                | 281 |
| 4.10.2 | Dispositifs alimentés par VCONN (VPD) .....                                                                                | 281 |
| 4.11   | Valeurs de paramètres .....                                                                                                | 283 |
| 4.11.1 | Paramètres de terminaison .....                                                                                            | 283 |
| 4.11.2 | Paramètres de temporisation .....                                                                                          | 285 |
| 4.11.3 | Paramètres de tension .....                                                                                                | 289 |
| 5      | Découverte et mise en service <i>USB4</i> .....                                                                            | 297 |
| 5.1    | Vue d'ensemble du processus de découverte et de mise en service .....                                                      | 297 |
| 5.2    | Exigences fonctionnelles concernant l' <i>USB4</i> .....                                                                   | 298 |
| 5.2.1  | Exigences fonctionnelles concernant les hôtes <i>USB4</i> .....                                                            | 298 |
| 5.2.2  | Exigences fonctionnelles concernant les dispositifs USB .....                                                              | 298 |
| 5.2.3  | Prise en charge du mode alternatif <i>USB4</i> .....                                                                       | 298 |
| 5.3    | Exigences d'alimentation <i>USB4</i> .....                                                                                 | 299 |
| 5.3.1  | Exigences d'alimentation de la source .....                                                                                | 299 |
| 5.3.2  | Exigences d'alimentation du destinataire .....                                                                             | 299 |
| 5.3.3  | Exigences relatives à la gestion de l'alimentation d'un dispositif .....                                                   | 300 |
| 5.4    | Exigences relatives au processus de découverte et de mise en service de l' <i>USB4</i> .....                               | 300 |
| 5.4.1  | Connexion USB Type-C initiale .....                                                                                        | 300 |
| 5.4.2  | Contrat d'alimentation USB .....                                                                                           | 301 |
| 5.4.3  | Processus de découverte et de mise en service de l' <i>USB4</i> .....                                                      | 301 |
| 5.4.4  | Fonctionnement après mise en service de l' <i>USB4</i> .....                                                               | 308 |
| 5.5    | Exigences relatives à la connexion des hubs <i>USB4</i> .....                                                              | 308 |
| 5.5.1  | Exigences relatives à la connexion initiale des ports d'un hub <i>USB4</i> .....                                           | 308 |
| 5.5.2  | Découverte des capacités de l'hôte et de l'UFP d'un hub <i>USB4</i> .....                                                  | 309 |
| 5.5.3  | Exigences relatives à la connexion au DFP d'un hub .....                                                                   | 310 |
| 5.5.4  | Exemples de processus de comportement de connexion des ports d'un hub .....                                                | 310 |
| 5.5.5  | Connexion aux hubs <i>USB4</i> en aval .....                                                                               | 319 |
| 5.5.6  | Exigences fonctionnelles concernant le repli des hubs <i>USB4</i> .....                                                    | 319 |
| 5.6    | Exigences relatives à la connexion des dispositifs <i>USB4</i> .....                                                       | 319 |
| 5.6.1  | Mise en correspondance de repli des fonctions périphériques <i>USB4</i> vers les types de classes de dispositifs USB ..... | 319 |
| 5.7    | Valeurs de paramètres .....                                                                                                | 320 |
| 5.7.1  | Paramètres de temporisation .....                                                                                          | 320 |

|       |                                                                                        |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6     | Câbles actifs.....                                                                     | 321 |
| 6.1   | Spécifications générales applicables à tous les câbles actifs.....                     | 321 |
| 6.1.1 | Découverte des caractéristiques d'un câble actif.....                                  | 321 |
| 6.1.2 | Exigences électriques.....                                                             | 323 |
| 6.1.3 | Exigences mécaniques.....                                                              | 364 |
| 6.2   | Spécifications supplémentaires pour les câbles actifs cuivre et optiques hybrides..... | 366 |
| 6.2.1 | Schéma fonctionnel d'un câble actif.....                                               | 366 |
| 6.2.2 | Prise en charge du mode asymétrique <i>USB4</i> .....                                  | 367 |
| 6.2.3 | Exigences relatives aux câbles actifs <i>USB PD</i> .....                              | 367 |
| 6.2.4 | Comportements des câbles actifs en réponse aux événements <i>USB PD</i> .....          | 367 |
| 6.2.5 | Exigences d'alimentation des câbles actifs.....                                        | 368 |
| 6.3   | Spécifications supplémentaires pour les câbles actifs à isolation optique.....         | 368 |
| 6.3.1 | Schémas fonctionnels des câbles OIAC.....                                              | 369 |
| 6.3.2 | Limitations et exigences générales concernant les câbles OIAC.....                     | 371 |
| 6.3.3 | Exigences d'alimentation des câbles OIAC.....                                          | 373 |
| 6.3.4 | Exigences relatives à l' <i>USB PD</i> d'un OIAC.....                                  | 373 |
| 6.3.5 | Processus et diagrammes d'états de connexion des câbles OIAC.....                      | 386 |
| 6.3.6 | Exigences électriques supplémentaires applicables aux câbles OIAC.....                 | 411 |
| 6.3.7 | Exigences mécaniques supplémentaires applicables aux câbles OIAC.....                  | 415 |
| A     | Mode inhibition de corrosion liquide.....                                              | 416 |
| A.1   | Vue d'ensemble.....                                                                    | 416 |
| A.2   | Description.....                                                                       | 417 |
| A.3   | Méthodes de détection de liquide.....                                                  | 418 |
| A.3.1 | Méthode de mesure des liquides.....                                                    | 419 |
| A.3.2 | Méthode de mesure par impulsions.....                                                  | 419 |
| A.3.3 | Méthode de mesure de l'impédance.....                                                  | 420 |
| A.4   | Broches de détection de liquide dans le connecteur.....                                | 423 |
| B     | Mode accessoire de débogage.....                                                       | 426 |
| B.1   | Vue d'ensemble.....                                                                    | 426 |
| B.2   | Fonctionnel.....                                                                       | 426 |
| B.2.1 | Récapitulatif des signaux.....                                                         | 427 |
| B.2.2 | Interopérabilité des ports.....                                                        | 427 |
| B.2.3 | Entrée en mode accessoire de débogage.....                                             | 427 |
| B.2.4 | Diagrammes d'états de connexion.....                                                   | 428 |
| B.2.5 | Comportements d'interopérabilité des ports d'un DTS.....                               | 437 |
| B.2.6 | Détection de l'orientation.....                                                        | 447 |

|       |                                                                                              |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B.3   | Exigences de sécurité/confidentialité .....                                                  | 448 |
| C     | Audio numérique USB Type-C .....                                                             | 449 |
| C.1   | Vue d'ensemble.....                                                                          | 449 |
| C.2   | Spécifications USB Type-C audio numérique .....                                              | 449 |
| D     | Considérations relatives à la conception thermique des câbles actifs.....                    | 451 |
| D.1   | Introduction .....                                                                           | 451 |
| D.2   | Modèle .....                                                                                 | 451 |
| D.2.1 | Hypothèses .....                                                                             | 451 |
| D.2.2 | Architecture du modèle.....                                                                  | 452 |
| D.2.3 | Sources de chaleur.....                                                                      | 453 |
| D.2.4 | Flux thermique.....                                                                          | 453 |
| D.3   | Câble actif <i>USB 3.2</i> à voie unique .....                                               | 455 |
| D.3.1 | Considérations relatives à la conception des câbles actifs <i>USB 3.2</i> à voie unique..... | 455 |
| D.4   | Câbles actifs à double voie .....                                                            | 458 |
| D.4.1 | Considérations relatives à la conception des câbles actifs <i>USB 3.2</i> à double voie..... | 459 |
| D.4.2 | Câble actif <i>USB 3.2</i> à double voie en configuration à plusieurs ports .....            | 461 |
| D.5   | Considérations relatives à la conception des hôtes et des dispositifs <i>USB 3.2</i> .....   | 462 |
| D.5.1 | Diffusion thermique ou refroidissement à partir de l'hôte ou du dispositif.....              | 463 |
| D.5.2 | Contrôle de la température de la carte mère .....                                            | 464 |
| D.5.3 | Espacement élargi des ports pour les applications à plusieurs ports .....                    | 464 |
| D.5.4 | Stratégies d'alimentation.....                                                               | 464 |
| E     | Modes alternatifs .....                                                                      | 465 |
| E.1   | Architecture des modes alternatifs.....                                                      | 465 |
| E.2   | Exigences relatives aux modes alternatifs.....                                               | 465 |
| E.2.1 | Réaffectation des broches en mode alternatif .....                                           | 466 |
| E.2.2 | Exigences électriques relatives aux modes alternatifs .....                                  | 467 |
| E.3   | Valeurs de paramètres.....                                                                   | 470 |
| E.4   | Exemple de mode alternatif – Station d'accueil USB DisplayPort™ .....                        | 471 |
| E.4.1 | Exemple de station d'accueil USB DisplayPort™ .....                                          | 471 |
| E.4.2 | Vue d'ensemble fonctionnelle .....                                                           | 472 |
| E.4.3 | Récapitulatif fonctionnel.....                                                               | 473 |
| E.5   | Exemple de processus d'entrée dans un mode alternatif avec avertissements de câble.....      | 474 |
| E.5.1 | Récapitulatif fonctionnel.....                                                               | 475 |
| F     | Découverte de compatibilité et mise en service de Thunderbolt™ 3 .....                       | 477 |
| F.1   | Exigences fonctionnelles concernant le mode de compatibilité <i>TBT3</i> .....               | 477 |
| F.1.1 | Exigences d'alimentations compatibles <i>TBT3</i> .....                                      | 477 |

|       |                                                                                                                                                |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| F.1.2 | Exigences relatives aux hôtes compatibles <i>TBT3</i> .....                                                                                    | 477 |
| F.1.3 | Exigences en amont concernant les dispositifs compatibles <i>TBT3</i> .....                                                                    | 477 |
| F.1.4 | Exigences en aval concernant les dispositifs compatibles <i>TBT3</i> .....                                                                     | 478 |
| F.1.5 | Dispositif autoalimenté compatible <i>TBT3</i> sans règles prédéfinies pour les ports en amont .....                                           | 478 |
| F.1.6 | Dispositifs compatibles <i>TBT3</i> avec câble captif .....                                                                                    | 478 |
| F.2   | Processus de découverte et de mise en service <i>TBT3</i> .....                                                                                | 479 |
| F.2.1 | Réponses de découverte d'identité d'un câble passif <i>TBT3</i> .....                                                                          | 480 |
| F.2.2 | Réponses de découverte d'identité d'un câble actif <i>TBT3</i> .....                                                                           | 483 |
| F.2.3 | Réponses de découverte d'identité d'un dispositif <i>TBT3</i> .....                                                                            | 486 |
| F.2.4 | Réponses de découverte de <i>SVID TBT3</i> .....                                                                                               | 487 |
| F.2.5 | Réponses de découverte de mode d'un dispositif <i>TBT3</i> .....                                                                               | 488 |
| F.2.6 | Réponses de découverte de mode d'un câble <i>TBT3</i> .....                                                                                    | 489 |
| F.2.7 | Commande Enter Mode d'un câble <i>TBT3</i> .....                                                                                               | 490 |
| F.2.8 | Commande Enter Mode d'un dispositif <i>TBT3</i> .....                                                                                          | 491 |
| F.2.9 | Récapitulatif des différences fonctionnelles entre les câbles <i>TBT3</i> .....                                                                | 493 |
| G     | Extraction de la réponse aux impulsions des données échantillonnées et calcul du bruit de non-linéarité .....                                  | 495 |
| H     | Considérations relatives à la conception <i>USB PD</i> haute tension .....                                                                     | 497 |
| H.1   | Éventuels dommages dus à l'arc lors du retrait du câble .....                                                                                  | 497 |
| H.2   | Arc lors du retrait du câble <i>USB Type-C</i> .....                                                                                           | 497 |
| H.3   | Atténuation des dommages dus à l'arc lors du retrait du câble en raison d'une décharge du destinataire .....                                   | 499 |
| H.3.1 | Limitation de la vitesse de décharge du destinataire .....                                                                                     | 500 |
| H.3.2 | Retrait de la charge .....                                                                                                                     | 502 |
| H.3.3 | Limitation de la capacité électrique de la source .....                                                                                        | 505 |
| I     | Lignes directrices de codage <i>USB PD</i> pour les types de produits <i>USB Type-C</i> .....                                                  | 506 |
| I.1   | Définition des types de produits <i>USB Type-C</i> et des codages <i>USB PD</i> .....                                                          | 506 |
| I.2   | Tableaux des lignes directrices de codage <i>USB PD</i> .....                                                                                  | 507 |
| I.3   | Exemples détaillés .....                                                                                                                       | 514 |
| I.3.1 | Hôte <i>USB 3.2</i> – pas de CC – Consommateur d'alimentation: <i>DRP</i> (source ou destinataire) / Non <i>DRD</i> ( <i>DFP</i> ) .....       | 514 |
| I.3.2 | Périphérique <i>USB 3.2</i> – Fournisseur d'alimentation: <i>DRP</i> (source ou destinataire) / Non <i>DRD</i> ( <i>UFP</i> ) .....            | 515 |
| I.3.3 | Hôte <i>USB4</i> – Consommateur d'alimentation: <i>DRP</i> (source ou destinataire) / Non <i>DRD</i> ( <i>DFP</i> ) .....                      | 515 |
| I.3.4 | <i>USB4</i> Hôte – DC <i>USB4</i> – Équivalent partiel ou aucun équivalent <i>USB</i> : <i>DRP</i> (source ou destinataire) / <i>DRD</i> ..... | 516 |
| I.3.5 | Périphérique <i>USB4</i> : <i>UFP</i> (destinataire) .....                                                                                     | 517 |

|       |                                                                                                                       |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.3.6 | Station d'accueil <i>USB4</i> (amont) – Fournisseur d'alimentation: DRP (source ou destinataire) / Non DRD (UFP)..... | 518 |
| 1.3.7 | Hub <i>USB4</i> (aval) – DFP (source) .....                                                                           | 518 |
| J     | Hypothèses de conception pour la spécification de câble LRD <i>USB4</i> Gen4.....                                     | 520 |

## Figures

|             |                                                                                                                                  |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 2-1  | Interface d'une embase USB Type-C (vue de face) .....                                                                            | 41  |
| Figure 2-2  | Interface d'une fiche USB Type-C Complète (vue de face) .....                                                                    | 41  |
| Figure 3-1  | Dimensions d'interface d'une embase USB Type-C.....                                                                              | 53  |
| Figure 3-2  | Schéma de référence des zones de contact d'un ressort CEM externe pour une fiche USB Type-C.....                                 | 57  |
| Figure 3-3  | Dimensions d'interface d'une fiche USB Type-C Complète .....                                                                     | 58  |
| Figure 3-4  | Exigences dimensionnelles pour la fiche USB Type-C à angle droit.....                                                            | 62  |
| Figure 3-5  | Empreinte de référence d'une embase USB Type-C montée à la verticale ( <i>informative</i> ) .....                                | 63  |
| Figure 3-6  | Empreinte de référence d'une embase USB Type-C montée en surface, à angle droit et sur deux rangées ( <i>informative</i> ) ..... | 64  |
| Figure 3-7  | Empreinte de référence d'une embase USB Type-C hybride montée à angle droit ( <i>informative</i> ) .....                         | 65  |
| Figure 3-8  | Empreinte de référence d'une embase USB Type-C montée en surface, au centre et sur deux rangées ( <i>informative</i> ) .....     | 66  |
| Figure 3-9  | Empreinte de référence d'une embase USB Type-C hybride montée au centre ( <i>informative</i> ).....                              | 67  |
| Figure 3-10 | Empreinte de référence d'une embase <i>USB 2.0</i> Type-C à insérer montée à angle droit ( <i>informative</i> ).....             | 69  |
| Figure 3-11 | Empreinte de référence d'une embase <i>USB 2.0</i> Type-C montée à angle droit sur une rangée ( <i>informative</i> ).....        | 70  |
| Figure 3-12 | Dimensions d'interface d'une fiche <i>USB 2.0</i> Type-C .....                                                                   | 72  |
| Figure 3-13 | Exigences relatives à la pointe du ressort d'écrantage CEM d'une fiche USB Type-C .....                                          | 75  |
| Figure 3-14 | Schéma de référence de la plaque médiane de l'embase .....                                                                       | 77  |
| Figure 3-15 | Schéma de référence du verrou latéral .....                                                                                      | 78  |
| Figure 3-16 | Représentation du verrou brasé à la masse de la carte d'accès .....                                                              | 78  |
| Figure 3-17 | Schéma de référence du ressort CEM interne d'une fiche USB Type-C Complète.....                                                  | 79  |
| Figure 3-18 | Schéma de référence du ressort CEM interne d'une fiche <i>USB 2.0</i> Type-C.....                                                | 81  |
| Figure 3-19 | Schéma de référence d'une plaque CEM interne.....                                                                                | 82  |
| Figure 3-20 | Schéma de référence d'une embase USB Type-C équipée de ressorts CEM externes .....                                               | 84  |
| Figure 3-21 | Conception de référence de la carte d'accès d'une fiche USB Type-C Complète.....                                                 | 85  |
| Figure 3-22 | Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet; exemple de fil coaxial avec VCONN .....                                | 88  |
| Figure 3-23 | Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet; exemple de fil coaxial sans VCONN .....                                | 89  |
| Figure 3-24 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet normalisé.....                                                                     | 93  |
| Figure 3-25 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-A .....                                                       | 97  |
| Figure 3-26 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A .....                                                       | 98  |
| Figure 3-27 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B .....                                                       | 99  |
| Figure 3-28 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B .....                                                       | 101 |
| Figure 3-29 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B.....                                                            | 102 |
| Figure 3-30 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B .....                                                          | 103 |
| Figure 3-31 | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B .....                                                          | 104 |
| Figure 3-32 | Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 3.1</i> Standard-A .....                                                       | 105 |
| Figure 3-33 | Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 2.0</i> Micro-B.....                                                           | 107 |
| Figure 3-34 | Représentation des points d'essai pour un ensemble câble-connecteurs couplé.....                                                 | 109 |
| Figure 3-35 | Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée ( <i>USB 3.2</i> Gen2 et <i>USB4</i> Gen2).....              | 110 |
| Figure 3-36 | Exigence concernant le facteur d'adaptation différentiel recommandé .....                                                        | 111 |

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 3-37 Exigence concernant la diaphonie différentielle recommandée.....                                                                            | 111 |
| Figure 3-38 Exigence concernant la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles recommandées entre la<br>paire USB D+/D- et les paires TX/RX ..... | 112 |
| Figure 3-39 Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée (USB4 Gen3/Gen4).....                                                   | 113 |
| Figure 3-40 Représentation de l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist.....                                                       | 114 |
| Figure 3-41 Spectre d'une impulsion en entrée .....                                                                                                     | 115 |
| Figure 3-42 Limite IMR en fonction de ILfitatNq .....                                                                                                   | 116 |
| Figure 3-43 Limite IRL en fonction de ILfitatNq .....                                                                                                   | 118 |
| Figure 3-44 Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun .....                                                                 | 119 |
| Figure 3-45 Limite IMR en fonction de ILfit à 10 GHz (USB4 Gen3/Gen4) .....                                                                             | 123 |
| Figure 3-46 Définition du port, de la victime et de l'agresseur .....                                                                                   | 124 |
| Figure 3-47 Limite IXT_DP et IXT_USB en fonction de ILfit à 10 GHz (USB4 Gen3/Gen4) .....                                                               | 124 |
| Figure 3-48 Limite IRL en fonction de ILfit à 10 GHz (USB4 Gen3/Gen4).....                                                                              | 125 |
| Figure 3-49 Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun (USB4 Gen3/Gen4).....                                                 | 126 |
| Figure 3-50 Ensemble câble-connecteurs dans le système.....                                                                                             | 126 |
| Figure 3-51 Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil CC et le fil D+/D- .....                                                          | 129 |
| Figure 3-52 Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les câbles USB 2.0<br>Type-C .....                            | 130 |
| Figure 3-53 Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les câbles USB Type-C<br>Complets.....                        | 130 |
| Figure 3-54 Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil VBUS et le fil D+/D-.....                                                         | 131 |
| Figure 3-55 Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A et SBU_B .....                                                                      | 132 |
| Figure 3-56 Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A/SBU_B et CC .....                                                                   | 133 |
| Figure 3-57 Exigence concernant le couplage entre SBU_A et D+/D- en mode différentiel, et entre SBU_B et<br>D+/D- en mode différentiel.....             | 133 |
| Figure 3-58 Représentation du connecteur couplé USB Type-C.....                                                                                         | 135 |
| Figure 3-59 Limites d'impédance recommandées d'un connecteur couplé USB Type-C.....                                                                     | 135 |
| Figure 3-60 Dimensions recommandées des vides de masse pour une embase USB Type-C.....                                                                  | 136 |
| Figure 3-61 Limites recommandées pour la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles entre la paire<br>D+/D- et les paires TX/RX.....             | 139 |
| Figure 3-62 Limites recommandées pour la conversion du mode différentiel en mode commun.....                                                            | 139 |
| Figure 3-63 Limite IMR en fonction de ILfitatNq pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers<br>existant.....                                     | 145 |
| Figure 3-64 Limite IRL en fonction de ILfitatNq pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers<br>existant.....                                     | 145 |
| Figure 3-65 Essai d'efficacité de l'écrantage d'un ensemble câble-connecteurs .....                                                                     | 149 |
| Figure 3-66 Critères de réussite et d'échec pour l'efficacité de l'écrantage.....                                                                       | 150 |
| Figure 3-67 Diagramme de mesure de la LLCR.....                                                                                                         | 151 |
| Figure 3-68 Point de mesure de la température.....                                                                                                      | 153 |
| Figure 3-69 Exemple de configuration de la piste de montage pour l'essai du courant assigné .....                                                       | 154 |
| Figure 3-70 Exemple de montage d'essai de continuité sur 4 axes .....                                                                                   | 156 |
| Figure 3-71 Distance d'application de la force de couple pour les fiches à angle droit .....                                                            | 159 |
| Figure 3-72 Exemple de montage d'essai de résistance à l'arrachement pour les fiches sans surmoulage .....                                              | 160 |
| Figure 3-73 Montage d'essai de continuité/résistance à l'arrachement de référence.....                                                                  | 160 |
| Figure 3-74 Exemple de point de défaillance mécanique pour l'essai de résistance à l'arrachement.....                                                   | 161 |
| Figure 3-75 Essai de résistance à l'arrachement avec un câble dans le montage.....                                                                      | 161 |
| Figure 3-76 Exemple de collerette pour une embase de câble USB Type-C.....                                                                              | 163 |
| Figure 3-77 Lignes directrices relatives à la CEM pour les verrous latéraux et la plaque médiane .....                                                  | 165 |
| Figure 3-78 Connexions du doigt CEM sur l'enveloppe de la fiche .....                                                                                   | 165 |
| Figure 3-79 Connexions de la plaque CEM sur l'enveloppe de l'embase.....                                                                                | 166 |
| Figure 3-80 Exemples d'ouvertures de connecteur .....                                                                                                   | 167 |