|  |  |
| --- | --- |
| **Assemblée mondiale de normalisation  des télécommunications (AMNT-20) Genève, 1er-9 mars 2022** |  |
|  |  |
|  |  |
| **SÉANCE PLÉNIÈRE** | Révision 1 du Document 16-F |
|  | **Janvier 2022** |
|  | **Original: anglais** |
|  | |
| Commission d'études 15 de l'UIT-T | |
| Réseaux, technologies et infrastructures destinés au transport, À l'accÈs et aux installations domestiques | |
| rapport de la commission d'études 15 de l'UIT-T à l'assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT‑20), partie Ii: QUESTIONS QU'IL EST PROPOSÉ D'ÉTUDIER PENDANT LA PROCHAINE PÉRIODE D'ÉTUDES (2022-2024) | |
|  | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Résumé:** | On trouvera dans la présente contribution le texte des Questions proposées par la Commission d'études 15 pour la prochaine période d'études qui sont soumises à l'Assemblée pour approbation. Dans la Révision 1, les numéros des Questions sont mis en correspondance avec des lettres, comme il est d'usage dans la Partie II des rapports soumis à l'AMNT. | |
| **Contact:** | Stephen J. Trowbridge Nokia États-Unis d'Amérique | Tél: +1 303 809 7423 Courriel: [steve.trowbridge@nokia.com](mailto:steve.trowbridge@nokia.com) |

Note du TSB:

Le rapport de la Commission d'études 15 à l'AMNT‑20 est présenté dans les documents suivants:

Partie I: **Document 15** – Considérations générales

Partie II: **Document 16** – Questions qu'il est proposé d'étudier pendant la période d'études 2022-2024

# 1 Introduction

On trouvera dans le présent document les propositions de mise à jour des Questions approuvées lors de la réunion virtuelle du GCNT tenue du 11 au 18 janvier 2021, telles que reproduites dans le [Document TSAG R19](https://www.itu.int/md/meetingdoc.asp?lang=en&parent=T17-TSAG-R-0019), qui doivent être examinées à l'AMNT-20. On trouvera dans le Tableau 1 la liste des Questions et la correspondance avec l'ensemble des Questions en vigueur.

Tableau 1 – Correspondance entre les propositions de Questions de la CE 15 (partie de gauche) et les Questions adoptées en janvier 2021 (partie de droite)

| Nouveau numéro | Titre proposé pour la Question | Statut | Numéro actuel | Titre actuel de la Question |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A/15 | Coordination des normes relatives au transport dans le réseau d'accès et le réseau domestique | Suite | 1/15 | Coordination des normes relatives au transport dans le réseau d'accès et dans le réseau domestique |
| B/15 | Systèmes optiques dans les réseaux d'accès à fibres optiques | Suite | 2/15 | Systèmes optiques dans les réseaux d'accès à fibres optiques |
| C/15 | Technologies pour les réseaux dans les locaux de l'abonné et les applications d'accès connexes | Suite | 18/15 | Technologies pour les réseaux dans les locaux de l'abonné et les applications d'accès connexes |
| D/15 | Accès large bande sur conducteurs métalliques | Suite | 4/15 | Accès large bande sur conducteurs métalliques |
| E/15 | Caractéristiques et méthodes de test des fibres optiques et des câbles, et directives pour l'installation | Suite | 5/15 | Caractéristiques et méthodes de test des fibres optiques et des câbles, et directives pour l'installation |
| F/15 | Caractéristiques des composants, sous-systèmes et systèmes optiques dans les réseaux de transport optiques | Suite | 6/15 | Caractéristiques des systèmes optiques dans les réseaux de transport de Terre |
| G/15 | Connectivité, exploitation et maintenance des infrastructures physiques optiques | Suite | 16/15 | Connectivité, exploitation et maintenance des infrastructures physiques optiques |
| H/15 | Caractéristiques des systèmes de transmission par câble sous‑marin à fibres optiques | Suite | 8/15 | Caractéristiques des systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques |
| I/15 | Spécifications des interfaces, de l'interfonctionnement, des mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance, de la protection et des équipements des réseaux de transport en mode paquet | Suite | 10/15 | Spécifications des interfaces, de l'interfonctionnement, des mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM) et des équipements des réseaux de transport en mode paquet |
| J/15 | Structures de signal, interfaces, fonctions des équipements, protection et interfonctionnement dans les réseaux de transport optiques | Suite | 11/15 | Structures de signal, interfaces, fonctions des équipements et interfonctionnement dans les réseaux de transport optiques |
| K/15 | Architectures des réseaux de transport | Suite | 12/15 | Architectures des réseaux de transport |
| L/15 | Caractéristiques de synchronisation des réseaux et de diffusion de signaux horaires | Suite | 13/15 | Caractéristiques de synchronisation des réseaux et de diffusion de signaux horaires |
| M/15 | Gestion et commande des systèmes et équipements de transport | Suite | 14/15 | Gestion et commande des systèmes et équipements de transport |

# 2 Libellé des Questions

Question A/15

Coordination des normes relatives au transport dans le réseau d'accès   
et le réseau domestique

(Suite de la Question 1/15)

## A.1 Motifs

Au sein de l'UIT-T, les techniques de transport dans le réseau d'accès sont étudiées par plusieurs commissions d'études différentes (CE 9, 12, 13 et 15). Plusieurs Recommandations ont été publiées, d'autres sont en cours d'élaboration et d'autres activités d'appui sont menées (ateliers par exemple). De plus, l'UIT-R, l'IEEE et d'autres organismes de normalisation, forums et consortiums mènent également des travaux dans ce domaine.

Reconnaissant que, sans un effort important de coordination, il existe un risque important de chevauchement des travaux et d'élaboration de normes incompatibles et non interopérables, la dernière AMNT en date a désigné la Commission d'études 15 comme Commission d'études directrice pour le transport dans le réseau d'accès à l'UIT-T.

Un aperçu des normes relatives au transport dans le réseau d'accès (ANT) et un plan de travail relatif aux normes ANT ont été publiés.

L'aperçu des normes ANT décrit divers "scénarios" de transport dans le réseau d'accès en cours d'élaboration et de mise en place et contient une liste de Recommandations et Normes associées relatives à ces scénarios ou les définissant.

Le plan de travail relatif aux normes ANT contient une liste d'organismes de normalisation menant des travaux dans le domaine du transport ANT, avec le nom et les coordonnées des personnes à contacter pour communiquer et collaborer avec ces organismes. Il y est fait mention en outre des "lacunes", des "chevauchements" et des contradictions possibles dans les activités de normalisation en cours. L'aperçu et le plan de travail sont publiés sur le site web de la Commission d'études 15 de l'UIT-T.

Étant donné que les réseaux domestiques sont toujours plus perfectionnés et que leurs interactions avec les réseaux d'accès sont toujours plus complexes, la coordination entre les normes relatives aux réseaux domestiques et celles relatives aux réseaux d'accès prend une importance croissante.

En procédant de la même manière que pour la coordination des normes relatives au transport dans le réseau d'accès (ANT), un aperçu des normes relatives au transport dans le réseau domestique (HNT) et un plan de travail relatif aux normes HNT ont été publiés et sont accessibles sur la page web de la CE 15 de l'UIT-T.

Le réseau d'accès est marqué par une évolution technique rapide, une forte croissance historique du nombre d'abonnés, la multiplication des nouveaux produits et des nouvelles solutions, l'entrée massive de nouveaux fournisseurs de services et fournisseurs d'équipements qui ne connaissent pas forcément bien les normes générales et l'empressement des pouvoirs publics à mettre en œuvre des techniques évoluées dans ce réseau. La normalisation du réseau d'accès entraînera une augmentation du nombre de participants qui ne sont pas nécessairement des experts du secteur ni même des membres. Les préoccupations sont les mêmes en ce qui concerne les réseaux domestiques, étant donné que ceux-ci sont de plus en plus souvent connectés au réseau d'accès et au réseau étendu (WAN). Le besoin de normes coordonnées relatives à ces portions de réseau ne s'est jamais autant fait sentir qu'à l'heure actuelle.

## A.2 Question

– Comment la Commission d'études 15 de l'UIT-T peut-elle remplir sa mission le mieux possible en tant que Commission d'études directrice pour le transport dans le réseau d'accès à l'UIT-T?

– Comment la Commission d'études 15 de l'UIT-T peut-elle assurer une coordination harmonieuse des interactions du réseau domestique avec le réseau d'accès?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Actualisation et mise à jour de l'aperçu des normes ANT conjointement avec d'autres commissions d'études et en liaison avec l'UIT-R et d'autres organisations compétentes.

– Actualisation et mise à jour du plan de travail relatif aux normes ANT, suivi des activités de normalisation en cours dans le domaine du transport dans le réseau d'accès au sein d'organisations de normalisation reconnues, identification des "lacunes, chevauchements et conflits" après examen des activités de normalisation en cours.

– Actualisation et tenue à jour de l'aperçu des normes HNT et du plan de travail relatif aux normes HNT conjointement avec d'autres commissions d'études et en liaison avec l'UIT-R et d'autres organisations compétentes. Suivi des activités de normalisation en cours dans le domaine du transport dans le réseau domestique (HNT) au sein d'organisations de normalisation reconnues, identification des "lacunes, chevauchements et conflits" après examen des activités de normalisation en cours. Coordination entre les différentes commissions d'études compétentes de l'UIT-T, afin de tirer le meilleur parti possible de toutes les compétences disponibles et d'établir des priorités.

– Actualisation et mise à jour des présentations web relatives aux normes ANT et HNT.

– Fonction d'interlocuteur et de coordonnateur avec d'autres organisations de normalisation, forums et consortiums, pour faire en sorte que l'harmonisation des plans de travail et des priorités soit fondée sur une large gamme de contributions industrielles, commerciales et technologiques.

– Contribution aux efforts déployés par l'UIT pour aider les pays en développement, en mettant à leur disposition des informations pertinentes telles que les normes, documents et renseignements relatifs au transport dans le réseau d'accès (ANT) et dans le réseau domestique (HNT), y compris des indications concernant les bonnes pratiques relatives à la mise en œuvre du large bande.

– Contribution aux activités de l'UIT relatives à la normalisation ANT et HNT qui donnent lieu à une communication, à une collaboration ou à d'autres types de coordination entre les différents secteurs industriels et techniques, en vue d'élaborer des normes techniques présentant un intérêt mutuel.

– Examen des applications et tenue de discussions de haut niveau au sein des groupes spécialisés et des activités conjointes de coordination de l'UIT-T en vue d'identifier de nouvelles exigences concernant la technologie de transport dans le réseau d'accès et le réseau domestique.

## A.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Mettre à jour l'aperçu des normes ANT.

– Mettre à jour le plan de travail relatif aux normes ANT.

– Mettre à jour l'aperçu des normes HNT et le plan de travail relatif aux normes HNT.

– Tenir à jour la liste évolutive des essais de conformité et d'interopérabilité (CIT) réalisés dans d'autres organisations en ce qui concerne des technologies fondées sur des Recommandations UIT-T élaborées par le GT 1/15.

– Mettre à jour les présentations web relatives au transport dans le réseau d'accès et au transport dans le réseau domestique en fonction des révisions apportées aux aperçus des normes ANT et HNT et aux plans de travail relatifs aux normes ANT et HNT, afin d'assurer un accès aisé aux informations les plus récentes.

– Répondre aux demandes particulières d'information sur les normes ANT et HNT adressées par d'autres organisations de normalisation et par d'autres entités intéressées.

– Contribuer au succès des activités pertinentes de l'UIT-T.

– Communiquer avec d'autres groupes, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'UIT-T, en fonction des besoins de coordination.

Cette Question ayant pour objet principal la coordination, elle ne débouche en principe sur l'élaboration d'aucune Recommandation.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## A.4 Relations

Recommandations

– Aucune.

Questions

− B/15, C/15, D/15, E/15, G/15

Commissions d'études

– CE 5 de l'UIT-T – Environnement, changements climatiques et économie circulaire

− CE 9 de l'UIT-T – Réseaux câblés à large bande et télévision

− CE 11 de l'UIT-T – Exigences de signalisation, protocoles, spécifications de test et lutte contre la contrefaçon des produits

− CE 12 de l'UIT-T – Qualité de fonctionnement, qualité de service et qualité d'expérience

− CE 13 de l'UIT-T – Réseaux futurs, en particulier les IMT-2020, l'informatique en nuage et les infrastructures de réseau de confiance

− CE 16 de l'UIT-T – Codage, systèmes et applications multimédias

– CE 17 de l'UIT-T – Sécurité

− CE 20 de l'UIT-T – L'Internet des objets et les villes et les communautés intelligentes

− CE 1, 4, 5 et 6 de l'UIT-R sur la coexistence entre les systèmes de télécommunication filaires et les services de radiocommunication

− GT 1A de l'UIT-R – Techniques d'ingénierie du spectre

− CE 4 de l'UIT-R sur les satellites pour le transport dans le réseau d'accès

− GT 4B de l'UIT-R – Systèmes, interfaces radioélectriques, objectifs de qualité de fonctionnement et de disponibilité pour le SFS, le SRS et le SMS, y compris les applications IP et le reportage d'actualités par satellite

− GT 5A de l'UIT-R – Service mobile terrestre au-dessus de 30 MHz (à l'exclusion des IMT); accès hertzien dans le service fixe; service d'amateur et service d'amateur par satellite

− GT 5C de l'UIT-R – Systèmes hertziens fixes, systèmes en ondes décamétriques et autres systèmes, au-dessous de 30 MHz, du service fixe et du service mobile terrestre

− GT 5D de l'UIT-R – Systèmes IMT

− GT 6A de l'UIT-R – Distribution de la radiodiffusion de Terre

− GT 6B de l'UIT-R – Service de radiodiffusion: assemblage et accès

− CE 1 et CE 2 de l'UIT-D sur les technologies d'accès large bande pour les pays en développement

– Autres entités de l'UIT-T: par exemple l'Activité conjointe de coordination (JCA), le cas échéant.

Autres organismes

− Broadband Forum

− Comité STEP de l'ATIS

− CENELEC CLC/TC205 sur les systèmes électroniques chez les particuliers et dans les bâtiments

− IEEE 802.3, 802.11 et 802.16

− IEEE 1904

− Comité des normes applicables aux courants porteurs en ligne de l'IEEE

− CENELEC CLC/TC215 sur les aspects électrotechniques des équipements de télécommunication

− IETF sur la gestion du réseau d'accès

– TC 86 de la CEI et ses sous-comités sur les fibres optiques

− ETSI TC ATTM, TC CABLE, TC DECT, TC EE et ISG F5G

− JTC 1/SC 25 de l'ISO/CEI sur l'interconnexion des appareils de traitement de l'information

− TIA, TR-41, TR-42

− HomeGrid Forum

− MoCA Multimedia over Coax Alliance

Question B/15

Systèmes optiques dans les réseaux d'accès à fibres optiques

(Suite de la Question 2/15)

## B.1 Motifs

Les séries de Recommandations relatives aux systèmes d'accès optiques point à point et point à multipoint, comme les séries G-PON (série G.984), XG-PON (série G.987), XGS-PON (série G.9807) et NG-PON2 (série G.989), ont permis aux fabricants d'équipements de télécommunication de mettre au point des équipements d'accès optiques interopérables grâce auxquels les réseaux FTTx (fibre jusqu'à x) sont devenus une réalité. Compte tenu de l'expérience pratique acquise lors de la conception et de l'installation, il faudra revoir ces Recommandations afin qu'elles tiennent compte, par exemple, de l'amélioration des services et de l'interopérabilité, de taux de division plus élevés, d'une plus longue portée et d'une capacité accrue.

Pour offrir de nouvelles fonctionnalités d'accès optique, telles que l'accès multiple par répartition en longueur d'onde (WDMA) et les systèmes hybrides xDMA/yDMA, il sera nécessaire d'élaborer de nouvelles Recommandations.

Les systèmes d'accès à fibres optiques doivent pouvoir offrir diverses capacités de service en leur périphérie. La prise en charge de supports hertziens, filaires et à fibres optiques (par exemple G.65x et fibre optique plastique (POF)) sera nécessaire. Des économies doivent être réalisées pour que le déploiement de l'accès par fibres optiques s'impose comme solution grand public. La demande sera stimulée par des facteurs tels que la capacité d'acheminer des services de radiodiffusion et des services interactifs (par exemple vidéo à domicile, télévision haute définition, réalité augmentée, réalité virtuelle), la largeur de bande gérée entre plusieurs fournisseurs de services Internet (ISP) ainsi qu'une meilleure qualité de service et une résilience améliorée. Des solutions sont nécessaires pour couvrir un large éventail de situations et de segments de marché, notamment les entreprises commerciales, les PME, les professions libérales et les télétravailleurs, les particuliers et les liaisons de raccordement mobile vers l'arrière et vers l'avant, ainsi que les nouvelles installations et les mises à niveau de réseaux.

Pour prendre en charge les services hertziens ou mobiles actuels et/ou futurs, les systèmes d'accès optiques sont censés, dans certains cas, offrir des canaux souples pour les communications à large bande de plusieurs stations de base/unités distantes et, dans d'autre cas, transmettre, en mode numérique et/ou analogique, des signaux radioélectriques pour des stations de base isolées/unités distantes. Les systèmes d'accès optiques sont également censés assurer la coordination avec les systèmes extérieurs. Le but est de faciliter la fourniture de services de bout en bout. Un échange des informations nécessaires entre un système d'accès optique et un système extérieur devrait être envisagé afin d'améliorer les performances des réseaux. Ce type de coordination et de contrôle est essentiel pour les services à faible temps de latence à l'ère des réseaux IMT-2020/5G.

Les diverses technologies d'accès optique sont censées être utilisées pour un plus large éventail d'applications de réseau, autres que les réseaux d'accès. Pour ces nouvelles applications, la technologie de la fibre optique apporte de nombreux avantages par rapport aux moyens actuels. Dans le même temps, ces nouvelles applications peuvent présenter de nouvelles exigences concernant la technologie, par exemple en termes de bilans d'affaiblissement, de portée de la fibre, de topologie et de commande d'accès au support. La coordination avec les autres groupes concernés (par exemple, le groupe chargé de la Question C/15) et les projets communs peuvent aider à tirer parti de la technologie existante pour ces nouvelles applications. On assiste à une augmentation de la demande en services spécialisés GbE, 10GbE et Ethernet à plus haut débit, au départ pour les entreprises. De nouvelles techniques sont nécessaires pour améliorer la qualité et réduire les coûts des services support spécialisés et des services support partagés. Il conviendra de prendre en considération à la fois les réseaux d'accès et les réseaux métropolitains pour offrir ces services d'accès, car actuellement, on évite parfois d'utiliser des nœuds d'accès afin de réduire le plus possible les coûts d'ensemble liés au réseau. Des solutions point à point et des solutions point à multipoint seront examinées.

L'intégration de tous les services sur un même réseau de raccordement à fibres optiques constitue un aspect important sur le plan économique pour les opérateurs de réseau.

Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire que les études effectuées dans le cadre de la Question B/15 soient harmonisées avec celles d'autres organismes qui jouent un rôle important dans le domaine de l'accès optique, comme l'IEEE et la CEI. Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: G.981, G.982, série G.983, série G.984, G.985, G.986, série G.987, G.988, série G.989, G.9801, G.9802, G.9803, G.9806 et série G.9807.

## B.2 Question

– Quels sont la nouvelle architecture, les nouvelles technologies et les nouveaux protocoles nécessaires pour:

• permettre à l'architecture et à la technologie PON (réseau optique passif) de prochaine génération d'offrir une plus grande largeur de bande ainsi que de meilleurs services et une rentabilité accrue dans les réseaux d'accès optiques?

• intégrer de manière transparente les réseaux d'accès et les réseaux métropolitains/de raccordement dans un seul réseau d'accès optique transparent et dans les réseaux d'agrégation?

• permettre aux clients d'un réseau PON d'ancienne génération d'en augmenter la capacité pour atteindre celle des systèmes de prochaine génération sans affecter le trafic des autres utilisateurs?

• permettre à des systèmes d'évoluer physiquement et logiquement vers des taux de division plus élevés dans les réseaux d'accès optiques?

• améliorer la résilience des réseaux d'accès optiques?

• assurer la prise en charge de différentes connexions à large bande de l'utilisateur final (fibres optiques, fils de cuivre et liaisons hertziennes) par un même système d'accès optique, à l'aide de dispositifs électroniques distants simplifiés?

• prendre en charge la transmission, en mode numérique et/ou analogique, des signaux radioélectriques des services hertziens/mobiles actuels et futurs?

• assurer la coordination de bout en bout des systèmes d'accès optique et des systèmes extérieurs pour les services à faible temps de latence?

• prendre en charge des applications de la technologie d'accès optique autres que les réseaux d'accès via la coordination ou des projets communs avec d'autres groupes?

– Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations existantes pour accroître l'interopérabilité entre l'unité de réseau optique (ONU) et la terminaison de ligne optique (OLT)?

– Quelles nouvelles Recommandations convient-il d'élaborer ou quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations existantes:

• pour réaliser des économies d'énergie, directement ou indirectement, dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) ou dans d'autres secteurs?

• pour assurer des liaisons de raccordement vers l'avant/vers l'arrière pour les systèmes mobiles à l'aide de technologies d'accès optique?

• concernant les systèmes et les services de réseaux d'accès optique dans le cadre des réseaux pilotés par logiciel (SDN) et de la virtualisation des fonctions réseau (NFV)?

• pour sécuriser la transmission d'informations par les systèmes d'accès optiques?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Architecture et technologie des réseaux PON de prochaine génération.

– Nouveau(x) système(s) d'accès de longue portée pour les applications intégrées de réseau d'accès/métropolitain fondées sur des technologies d'accès WDM et/ou des technologies d'accès TDM améliorées.

– Comment définir les unités de réseau optique (ONU) pour les clients?

– Incidences des technologies des nouveaux composants sur les réseaux d'accès optique.

– Comment garantir que les systèmes optiques contribuent à la qualité de service de bout en bout des services par paquets?

– Comment garantir la capacité de service maximale pour les réseaux périphériques de type Ethernet ou WLAN (réseau local hertzien)?

– Comment prendre en charge les services multimédias et à faible temps de latence?

– Interopérabilité et conformité de l'interconnexion physique.

– Définition d'un point limite d'accès compte tenu des terminaisons du réseau optique appartenant au client.

– Systèmes de modulation sur l'accès à fibres optiques.

– Quelle capacité de service et quelles spécifications de service sont envisageables pour l'accès?

– Comment assurer une interconnexion efficace entre les systèmes d'accès à fibres optiques et les autres technologies?

– Comment gérer les canaux de longueurs d'onde dans le domaine de l'accès optique?

– Comment assurer la coexistence des systèmes d'accès optiques de différentes générations et la migration d'une génération à une autre?

– Comment améliorer les économies d'énergie?

– Comment lutter contre les unités ONU indésirables?

– Comment assurer la coordination avec les systèmes extérieurs et fournir des services de bout en bout?

## B.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Mettre à jour et améliorer les Recommandations G.981, G.982, de la série G.983, de la série G.984, G.985, G.986, de la série G.987, G.988, de la série G.989, G.9801, G.9802, G.9803, G.9804, G.9806 et de la série G.9807 et les Suppléments associés en ce qui concerne notamment la capacité, l'interopérabilité, les interfaces de gestion et de commande, la capacité de survie, la gestion du spectre et les taux de division.

– Élaborer une ou plusieurs séries de nouvelles Recommandations pour décrire les nouvelles générations de systèmes d'accès optiques.

– Assurer la liaison et travailler en collaboration avec d'autres groupes pour explorer de nouvelles applications des systèmes d'accès optiques.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## B.4 Relations

Recommandations

− Aucune.

Questions

− Toutes les Questions de la CE 15.

Commissions d'études

− CE 2 de l'UIT-T sur les aspects de gestion

− CE 5 de l'UIT-T sur la consommation d'énergie et l'efficacité énergétique

− CE 9 de l'UIT-T sur la transmission télévisuelle et sonore

− CE 13 de l'UIT-T sur les caractéristiques de la couche de commutation par étiquette multiprotocole (MPLS)

Autres organismes

− TC 86 de la CEI et ses sous-comités sur les dispositifs et d'autres sujets

− Broadband Forum sur les architectures et la gestion des réseaux et l'accès par fibres optiques

− IETF sur la base MIB

− IEEE 802 sur les systèmes d'accès optiques et les réseaux Ethernet et WLAN

− IEEE 1904.1 sur l'interopérabilité des services dans les réseaux optiques passifs Ethernet

− Comité STEP de l'ATIS

– O-RAN Alliance WG4

Question C/15

Technologies pour les réseaux dans les locaux de l'abonné   
et les applications d'accès connexes

(Suite de la Question 18/15)

## C.1 Motifs

La demande constante d'une amélioration de la connectivité des dispositifs pour offrir de nouveaux services aux clients et pour optimiser l'installation et la gestion des infrastructures nécessitera de mettre au point de nouvelles technologies de réseau. À titre d'exemple,

– les clients ne cessent de demander des services de transmission de données offrant un débit toujours plus élevé, un accès Internet à haut débit et d'autres services novateurs et les opérateurs de réseau ont constamment besoin d'exploiter la connectivité disponible dans les locaux de l'abonné pour la distribution chez les particuliers de la TVIP et d'autres applications;

– l'intégration de nouvelles technologies et applications susceptibles d'apporter une solution durable aux questions d'indépendance énergétique et de modernisation des réseaux électriques vieillissants – production industrielle d'énergie renouvelable, production décentralisée d'énergie, véhicules électriques rechargeables ou maîtrise de la demande en énergie – suscite de plus en plus d'intérêt dans le monde entier. Pour assurer la prise en charge de ces technologies et applications, il faut pouvoir disposer d'un réseau de communication moderne, souple et modulable, dans lequel les fonctions de "surveillance" et de "commande" seront étroitement liées. Grâce aux technologies de l'information et de la communication, les compagnies d'électricité pourront, à distance, localiser les pannes, en déterminer la cause et rétablir le courant en moins de temps qu'à l'heure actuelle, ce qui contribuera à améliorer la stabilité du réseau. Les technologies de l'information et de la communication permettront également d'intégrer plus facilement dans le réseau électrique des sources d'énergie renouvelable variable dans le temps et de contrôler la charge du réseau de manière plus précise et plus dynamique et offriront en outre aux utilisateurs des outils pour optimiser leur consommation d'énergie.

Le groupe s'intéressera avant tout aux réseaux dans les locaux de l'abonné, mais certaines évolutions techniques pourront être nécessaires pour adapter ces technologies à d'autres contextes (par exemple, réseau d'accès, réseau industriel).

Compte tenu de ces nouvelles technologies, il faudra élaborer de nouvelles Recommandations et modifier des Recommandations existantes concernant en particulier tous les aspects liés aux exigences et à la mise en place des nouveaux déploiements. Ces études porteront notamment sur le transport de couche physique, le transport de protocoles de couches supérieures, la gestion et les tests des systèmes dans les locaux de l'abonné, les aspects sécurité et gestion du spectre et les techniques d'économie d'énergie ainsi que la définition des architectures et des exigences pour les réseaux de communication.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question:

− J.190 à J.192;

− G.9951 à G.9954;

− G.9960 à G.9964, G.9972, G.9973 et G.9976 à G.9980;

− série G.999x;

− séries G.995x et G.990x.

La présente Question s'adresse aux fournisseurs de technologies, aux fabricants de puces, aux équipementiers, aux câblo-opérateurs, aux fournisseurs de services et aux services publics qui interviennent dans le domaine de la fourniture d'infrastructures ou de solutions de réseau pour les utilisateurs. Sa portée mondiale visera à faciliter l'adoption d'une démarche unifiée pour prendre en charge ce large éventail d'applications avec une technologie unique, favorisant ainsi les synergies entre les domaines d'application.

### C.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Quelles sont les caractéristiques de fonctionnement que devraient présenter les réseaux hétérogènes pour acheminer de manière satisfaisante les flux de données associés à certains services, sachant que ces flux passent par le réseau de communication jusqu'au dispositif terminal?

– Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations G.9951 à G.9954, G.9960 à G.9964, G.9991, des séries G.995x et G.990x, G.9972, G.9973 et G.9976 à G.9980:

• à la lumière de l'expérience acquise en matière de conception et de mise en œuvre de réseaux et l'évolution des exigences relatives aux services?

• afin d'optimiser le transport des services fondés le protocole IP?

• pour pouvoir garantir l'efficacité et la modularité dans des réseaux de grandes dimensions?

• pour prendre en charge de nouvelles applications intelligentes?

– Quelles nouvelles Recommandations sont nécessaires ou quelles modifications faut-il apporter aux Recommandations existantes:

• concernant les émetteurs-récepteurs pour les réseaux hétérogènes fonctionnant sur différents supports comme les lignes téléphoniques, les câbles coaxiaux, les câbles de transmission de données (par exemple CAT5), les câbles d'alimentation, la fibre optique et les liaisons hertziennes?

• concernant les émetteurs-récepteurs à bande étroite et à large bande pour les réseaux utilisant les communications optiques en espace libre, y compris les communications par lumière visible (VLC)?

• pour pouvoir réaliser des tests de ligne?

• pour pouvoir obtenir des débits plus élevés grâce à la technologie MIMO (entrées multiples/sorties multiples)?

• pour permettre le transport de protocoles de couches supérieures?

• pour offrir à l'utilisateur final une qualité d'expérience optimale?

• pour assurer une admission sécurisée dans un réseau installé chez l'abonné?

• pour faciliter la coexistence entre différentes technologies utilisant en partage les mêmes fréquences?

• pour faciliter la communication interdomaines entre différents supports de manière à optimiser le choix du trajet de distribution et à garantir la qualité de service et la qualité d'expérience de bout en bout?

• pour prendre en charge les mécanismes de synchronisation du rythme nécessaires à la diffusion de signaux audio et vidéo?

• pour prendre en charge le service de vidéo à ultra-haute définition?

• concernant les émetteurs-récepteurs prenant en charge les applications de réseaux électriques intelligents au niveau de la transmission, de la distribution et chez l'abonné?

• Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations existantes ou en cours d'élaboration pour réaliser des économies d'énergie, directement ou indirectement?

• Quelles nouvelles exigences conviendrait-il de définir pour améliorer les Recommandations existantes afin qu'elles permettent la prise en charge des nouvelles applications relatives à l'énergie?

– Quelles améliorations:

• faut-il apporter aux Recommandations existantes pour réaliser des économies d'énergie, directement ou indirectement, dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) ou dans d'autres secteurs?

• faut-il apporter aux Recommandations en cours d'élaboration ou aux nouvelles Recommandations pour réaliser ces économies d'énergie?

– Quels mécanismes:

• de gestion de réseau convient-il d'employer pour acheminer de nouveaux services réseau évolués jusqu'aux dispositifs connectés aux réseaux hétérogènes?

• de gestion d'applications convient-il d'employer pour acheminer des applications évoluées jusqu'aux dispositifs connectés aux réseaux hétérogènes?

• de sécurité convient-il d'employer pour assurer la protection des réseaux hétérogènes?

• convient-il d'employer pour interconnecter de manière transparente de multiples dispositifs assurant des services évolués dans les réseaux hétérogènes?

• convient-il d'employer pour limiter les coûts, les contraintes et les besoins de maintenance sur les réseaux hétérogènes?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Exigences applicables aux fonctionnalités de service évoluées sur les réseaux hétérogènes.

– Techniques de modulation, de codage, de traitement numérique du signal et de transport, outils pour la gestion du spectre (y compris la gestion dynamique du spectre), environnements de bruit réel sur plusieurs supports de communication, procédures de prise de contact, procédures de test, procédures de gestion de la couche physique, protocoles de coexistence avec les CPL, techniques d'économie d'énergie et transport de protocoles de couches supérieures.

– Dans le cadre de ces études, il conviendra de tenir compte des différents environnements réglementaires qui existent dans le monde.

– Émetteurs-récepteurs pour les techniques d'interconnexion de couches supérieures.

Dans le cadre de ces études, il faudra notamment examiner les exigences particulières relatives à:

– l'optimisation du transport des services fondés sur le protocole IP;

– l'optimisation du transport des services fondés sur l'Ethernet;

– la prise en charge de la gestion des systèmes de réseaux hétérogènes fonctionnant sur divers supports.

### C.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Mettre à jour et améliorer les Recommandations:

• J.190 à J.192;

• G.9951 à G.9954;

• G.9960 à G.9964, G.9972, G.9973 et G.9976 à G.9980;

• des séries G.995x et G.990x;

• de la série G.999x.

– Élaborer de nouvelles Recommandations des séries G.990x, G.995x, G.996x, G.998x et G.999x.

– Définir les exigences pour la fourniture de services évolués sur les réseaux hétérogènes.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### C.4 Relations

Recommandations

Aucune

Questions

– A/15, B/15, D/15, E/15, G/15

Commissions d'études

− CE 1 et CE 5 de l'UIT-R

− CE 5 de l'UIT-T sur la compatibilité électromagnétique (CEM) et sur divers sujets concernant les câbles en cuivre

− CE 9 de l'UIT-T sur le transport de programmes télévisuels et sonores (en particulier les Questions A/9, B/9, D/9, E/9, F/9, G/9)

− CE 16 de l'UIT-T sur les aspects multimédias

− GCNT

Autres organismes

− Comité STEP de l'ATIS

− Broadband Forum

− ETSI ATTM, EE

− HomeGrid Forum

− CISPR I de la CEI sur les exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)

− TC57 WG20 de la CEI sur les courants porteurs en ligne

− TC69 de la CEI sur les courants porteurs en ligne pour les véhicules électriques

− CEI sur les normes relatives à l'efficacité énergétique et aux communications sur les réseaux électriques intelligents

− IEEE 802.1, 802.3, 802.11, 1901, 1905

− JTC 1/SC 25 de l'ISO/CEI sur l'interconnexion des équipements informatiques

− MoCA sur le multimédia sur câbles coaxiaux

− TIA TR 41 sur les aspects de gestion du spectre

− TTC (Japon)

− TTA (Corée)

− CCSA

− G3-PLC Alliance

− PRIME Alliance

− SAE sur les normes relatives à l'efficacité énergétique et aux communications sur les réseaux électriques intelligents

− WG11 du TC210 du Cenelec

Question D/15

Accès large bande sur conducteurs métalliques

(Suite de la Question 4/15)

## D.1 Motifs

Étant donné que les clients ne cessent de demander des services de transmission de données de débit toujours plus élevé, un accès Internet à haut débit et d'autres services novateurs et que les opérateurs de réseau ont constamment besoin d'exploiter pleinement leurs installations de conducteurs métalliques (y compris les paires métalliques et les câbles coaxiaux), il faudra élaborer de nouvelles Recommandations et modifier des Recommandations existantes concernant tous les aspects relatifs aux émetteurs‑récepteurs fonctionnant sur des conducteurs métalliques dans le réseau d'accès, qui se prolongent jusqu'aux locaux des abonnés. Ces études porteront notamment sur le transport de protocoles de couches supérieures, la gestion et le test des systèmes d'accès, les aspects de gestion du spectre et les techniques d'économie d'énergie.

G.fast a permis de porter le débit à 2 Gbit/s et au‑delà, grâce à l'utilisation conjuguée des fonctionnalités les plus performantes des technologies optiques, coaxiales et DSL dans des systèmes hybrides, avec une longueur totale de câble jusqu'à l'émetteur-récepteur de l'abonné pouvant atteindre 400 m, et à l'utilisation de profils de largeur de bande à 106 MHz et à 212 MHz. La liaison de paires permet d'obtenir des débits plus élevés. Des améliorations sur le plan fonctionnel et des performances sont encore à l'étude.

MGfast permettra de porter le débit jusqu'à 5 Gbit/s et l'objectif est de le porter jusqu'à 10 Gbit/s et au‑delà, grâce à l'utilisation conjuguée des fonctionnalités les plus performantes des technologies optiques, coaxiales et DSL dans des systèmes hybrides, avec une longueur totale de câble jusqu'à l'émetteur-récepteur de l'abonné pouvant atteindre 200 m, et à l'utilisation de profils de largeur de bande plus élevée et/ou de la liaison de paires. MGfast facilitera la distribution des services dans les locaux grâce à un fonctionnement point à multipoint depuis le nœud d'accès ou le point de distribution vers plusieurs dispositifs d'utilisateur final dans les locaux. MGfast permettra en outre de prendre en compte la sécurité et la qualité de service (par exemple, différenciation selon le temps de latence) dans la couche physique. Des améliorations sur le plan fonctionnel et des performances sont encore à l'étude.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: série G.991.x, série G.992.x, série G.993.x, G.994.1, série G.996.x, G.997.x, série G.998.x, G.999.1, G.970x et série G.971x.

La présente Question s'adresse aux fournisseurs de technologies, aux fabricants de puces, aux équipementiers et aux fournisseurs de services qui interviennent dans le domaine de l'accès à un réseau à haut débit depuis les locaux de l'abonné. Sa portée mondiale doit faciliter l'adoption d'une démarche unifiée en matière d'accès large bande sur conducteurs métalliques.

## D.2 Question

– Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations des séries G.99x et G.970x:

• à la lumière de l'expérience acquise en matière de conception et de mise en œuvre de réseaux et des spécifications liées à l'évolution des services?

• afin d'optimiser le transport des services fondés sur le protocole IP?

• afin d'optimiser les débits binaires obtenus par l'application de la méthode des vecteurs à des groupes de paires métalliques?

• afin d'optimiser le duplexage temps/fréquence et le fonctionnement multilignes?

• pour élargir la portée à des débits binaires élevés?

– Quelles nouvelles Recommandations sont nécessaires:

• concernant les émetteurs-récepteurs pour l'accès client sur conducteurs métalliques?

• pour pouvoir réaliser des tests de ligne?

• pour pouvoir obtenir des débits plus élevés, par exemple grâce à la transmission en duplex intégral, à des systèmes de codage améliorés, à la liaison ou à la coordination de paires métalliques et/ou à l'application de la méthode des vecteurs à un groupe de paires métalliques?

• pour permettre le transport de protocoles de couches supérieures?

• pour pouvoir offrir à l'utilisateur final une qualité d'expérience optimale?

• pour permettre un fonctionnement point à multipoint depuis le nœud d'accès ou le point de distribution vers plusieurs dispositifs d'utilisateur final dans les locaux?

• pour permettre le découpage des données, plusieurs niveaux de qualité de service et le transport de données à faible temps de latence dans le contexte des réseaux IMT‑2020/5G?

• pour permettre la mise en cascade d'équipements d'accès prenant en charge G.fast ou MGfast (G.fastback)?

• pour prendre en compte les aspects de sécurité dans les topologies point à point et point à multipoint?

• pour assurer une commande d'accès au support à travers le faisceau dans les topologies point à point et point à multipoint?

• pour améliorer la coexistence des techniques DSL et G.fast avec d'autres technologies, par exemple la technologie G.hn par courants porteurs en ligne (en association avec la Question C/15)?

• pour assurer l'alimentation inversée (RPF) de l'équipement d'accès et maintenir un service minimum en l'absence d'alimentation secteur?

• pour les aspects systèmes (non liés à l'émetteur‑récepteur) du réseau d'accès et des équipements des locaux client?

– Quelles améliorations est-il nécessaire d'apporter aux Recommandations existantes pour réaliser des économies d'énergie, directement ou indirectement, dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) ou dans d'autres secteurs?

– Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations en cours d'élaboration ou aux nouvelles Recommandations pour réaliser ces économies d'énergie?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Techniques de modulation et de transport, outils pour la gestion du spectre (y compris la gestion dynamique du spectre), procédures de prise de contact, procédures de test, procédures de gestion de la couche physique, techniques d'économie d'énergie.

– Environnements de bruit réel et caractéristiques de la boucle.

– Techniques permettant d'optimiser la consommation d'énergie, par exemple pour qu'elles soient adaptées au trafic d'utilisateur réel sur une paire, de réduire les pannes d'alimentation électrique et de permettre le fonctionnement sur batteries.

– Techniques de coordination des émetteurs-récepteurs à l'intérieur d'un groupe de paires métalliques, de manière à ce qu'ils fonctionnent selon des limites données, par exemple celles concernant la consommation globale d'énergie ou le débit de données global.

– Techniques de coordination des signaux dans un groupe de paires métalliques pour améliorer les performances en utilisant la méthode des vecteurs (annulation de la télédiaphonie et de la paradiaphonie, formation de faisceau) et le contrôle/la conformation de la densité spectrale de puissance.

– Techniques de transport de signaux horaires et de synchronisation sur le réseau d'accès en fils de cuivre, en association avec la Question L/15.

– Coordination à l'intérieur de la section d'accès numérique entre l'accès par fils de cuivre et l'accès par fibres optiques, afin de réduire autant que possible la complexité et d'optimiser la qualité de service.

– Techniques d'interconnexion des émetteurs‑récepteurs avec d'autres fonctionnalités de la couche physique et des couches supérieures.

– Techniques relatives aux aspects de sécurité dans les topologies point à point et point à multipoint.

– Techniques relatives à la commande d'accès au support à travers le faisceau dans des topologies point à point et point à multipoint.

– Aspects systèmes (non liés à l'émetteur‑récepteur) du réseau d'accès et des équipements des locaux client.

– Examen des aspects liés à la commande de la virtualisation des fonctions de réseau (NFV) et des réseaux pilotés par logiciel (SDN).

– Dans le cadre de ces études, il conviendra de tenir compte des différents environnements réglementaires qui existent dans le monde entier.

– Dans le cadre de ces études, il faudra notamment examiner les prescriptions particulières relatives à:

• l'optimisation du transport des services fondés sur le protocole IP;

• l'optimisation du transport des services fondés sur l'Ethernet;

• l'optimisation des liaisons de raccordement vers l'avant/vers l'arrière pour les systèmes mobiles (par exemple en cas de faible latence);

• la prise en charge de la gestion des systèmes d'accès fonctionnant sur des conducteurs métalliques.

## D.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Mettre à jour et améliorer les Recommandations existantes et élaborer de nouvelles Recommandations des séries G.99x (par exemple la série G.991.x, la série G.992.x, la série G.993.x, G.994.1, la série G.996.x, G.997.x, la série G.998.x et G.999.1), G.970x et G.971x, et des documents techniques et suppléments associés.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## D.4 Relations

Recommandations

− Aucune.

Questions

− A/15, B/15, C/15, L/15

Commissions d'études

− CE 1 et CE 5 de l'UIT-R

− CE 5 de l'UIT-T sur la compatibilité électromagnétique (CEM), l'efficacité énergétique et divers sujets concernant les câbles en cuivre

– CE 9 de l'UIT-T sur le transport de programmes télévisuels et sonores

− CE 11 de l'UIT-T sur les tests et les questions d'interopérabilité

− CE 16 de l'UIT-T sur les aspects multimédias

Autres organismes

– CISPR I de la CEI sur les exigences relatives à la compatibilité électromagnétique

– IEEE 802.1 et 802.3

– JTC 1/SC 25 de l'ISO/CEI sur l'interconnexion des équipements informatiques

– CENELEC TC210 sur les exigences relatives à la compatibilité électromagnétique

– ETSI TC ATTM, EE et ERM sur l'alimentation inversée, l'ingénierie environnementale et les questions liées à la compatibilité électromagnétique

− Comité STEP de l'ATIS et ses sous-comités sur l'efficacité énergétique dans les télécommunications (TEE)

− CCSA sur les questions relatives aux techniques xDSL

− Broadband Forum sur les cas d'utilisation, les exigences, l'architecture et la gestion du réseau d'accès

– Broadband Forum sur les tests (de certification) pour les séries UIT-T G.99x, G.970x et G.971x

Question E/15

Caractéristiques et méthodes de test des fibres optiques et des câbles,   
et directives pour l'installation

(Suite de la Question 5/15)

## E.1 Motifs

Les câbles à fibres optiques ont fait l'objet de spécifications et ont été déployés dans les réseaux de télécommunication du monde entier, trouvant de nombreuses applications dans les réseaux d'accès, les réseaux urbains/interurbains, les réseaux métropolitains, les réseaux longue distance et les réseaux sous-marins. De nouvelles spécifications doivent être définies pour les nouvelles technologies liées à la fibre optique et les nouvelles applications. Par exemple, de nouvelles fonctionnalités et/ou fonctions du réseau à fibres optiques sont nécessaires pour l'IoT, les services mobiles évolués, l'informatique en périphérie, la gestion de données répartie/en nuage, etc. Par ailleurs, l'accroissement des débits de transmission et des besoins de largeur de bande dans l'ensemble du réseau de transport optique pour prendre en charge divers services large bande rend nécessaire l'utilisation d'une nouvelle classe de fibres optiques pouvant accroître considérablement la capacité de transmission des fibres monomodes classiques.

L'un des grands sujets à étudier concerne l'infrastructure de réseau utilisée pour connecter le client. Le choix du type d'infrastructure, des câbles et des composants des installations extérieures dépend exclusivement de la topologie choisie, ainsi que des conditions d'installation (présence d'infrastructures ou besoin d'en construire de nouvelles). À cet égard, il faudra des câbles optiques ou optiques/électriques, de nouvelles structures de câbles et de nouvelles techniques d'installation pour créer et exploiter des installations extérieures.

En outre, il sera difficile d'installer des câbles dans des bâtiments existants où aucune infrastructure spécifique n'est disponible pour ces nouveaux éléments. Il faut donc trouver des solutions techniques pour câbler les locaux de l'abonné avec le moins de dérangements possible pour l'abonné, par exemple des câbles et des dispositifs miniaturisés, des solutions préassemblées, etc.

La présente Question porte sur les domaines de normalisation suivants:

– Description et test des types de fibres monomodes et multimodes de base ainsi qu'en association avec les câbles à fibres optiques, avec des tableaux de paramètres décrivant les variations à l'intérieur de chacun des types de base.

– Description de la technique d'installation des câbles à fibres optiques dans le réseau et les locaux de l'utilisateur.

– Définition des attributs et méthodes de test associées concernant les caractéristiques environnementales, géométriques, de transmission, mécaniques et de fiabilité.

– Description des différentes solutions possibles concernant les fibres optiques et/ou les câbles pour un réseau OTN, un réseau d'accès et un réseau sous-marin.

– Description des relations entre les différents attributs et entre ceux-ci et les variations de l'environnement.

– Les principales Recommandations et les principaux Suppléments suivants, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question:

• Fibres optiques: G.650.1, G.650.2, G.650.3, G.651.1, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656, G.657, G Suppl.40, G Suppl.47 et G Suppl.59.

• Câbles à fibres optiques:

– L.100/L.10, L.102/L.26, L.101/L.43, L.106/L.58, L.103/L.59, L.109/L.60, L.104/L.67, L.107/L.78, L.108/L.79, L.105/L.87, L.110 concernant la structure et les caractéristiques des câbles;

– L.126/L.27 concernant l'évaluation des câbles; et

– L.151/L.34, L.150/L.35, L.152/L.38, L.161/L.46, L.153/L.48, L.154/L.49, L.158/L.56, L.156/L.57, L.157/L.61, L.159/L.77, L.160/L.82, L.155/L.83, L.162, L.163 concernant les orientations générales et les techniques d'installation.

## E.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Quelles caractéristiques les fibres doivent-elles présenter pour:

• améliorer les niveaux limites de qualité de fonctionnement des fibres optiques pour les systèmes de transmission de prochaine génération, par exemple au-delà de 100 Gbit/s par longueur d'onde?

• prendre en charge des applications de multiplexage par répartition espacée ou dense en longueur d'onde (CWDM/DWDM) dans les réseaux d'accès (y compris pour la desserte des habitations/bâtiments), métropolitains (y compris urbains/interurbains), longue distance et sous‑marins?

• prendre en charge des applications de multiplexage par répartition spatiale et/ou selon le mode (SDM/SMM)?

• permettre l'ouverture de nouvelles régions de transmission spectrale en tant que bande passante supplémentaire?

NOTE − Certains de ces sujets sont actuellement également traités au titre des Questions B/15, F/15 et H/15, de sorte qu'une coordination s'impose.

– Que faut-il pour mettre en place des réseaux d'accès optiques (y compris pour la desserte des habitations/bâtiments), des réseaux mobiles de raccordement vers l'avant/vers l'arrière, des réseaux métropolitains (y compris urbains/interurbains), des réseaux longue distance et des réseaux sous-marins rentables? Comment élaborer des Recommandations cohérentes sur le câblage optique pour ces applications? Ces Recommandations pourraient être classées en fonction des principaux types de topologie et porter sur les aspects suivants:

• Fibres optiques.

– Incidences de la construction et de l'installation des câbles sur les caractéristiques des fibres.

– Incidences des équipements (plateaux d'épissure, prises d'abonné, enceintes, connecteurs, etc.) sur les caractéristiques des fibres et des câbles.

– Maniabilité et fiabilité mécanique des fibres optiques.

– Tests et maintenance sur site.

NOTE – Certains de ces aspects relèvent actuellement aussi de la Question G/15, de sorte qu'une coordination est nécessaire.

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Propriétés géométriques, mécaniques et optiques du verre pour des applications de fibres monomodes et multimodes.

– Fiabilité mécanique et optique des fibres et des câbles (durée de vie et taux de défaillance) dans différentes conditions d'installation et différents environnements.

– Exigences relatives aux fibres pour les structures de câbles à haute densité.

• Modélisation et mesures de la dispersion modale de polarisation (PMD) pour une structure de câble évoluée et/ou un environnement particulier.

• Incidences des conditions de déploiement du réseau sur les caractéristiques optiques, par exemple les brouillages sur trajets multiples (MPI), la PMD, la longueur d'onde de coupure, l'amplification Raman répartie, etc.

– Autres types de fibres possibles et autres tableaux de paramètres dans le cadre des Recommandations existantes.

– Autres types de fibres de silice monomodes optimisées pour les systèmes DWDM à débits binaires élevés (par exemple, au-delà de 100 Gbit/s).

– Autres types de fibres de silice monomodes conçues pour permettre d'ouvrir de nouvelles régions de transmission spectrale.

– Autres types de fibres de silice monomodes conçues pour réduire les effets non linéaires.

– Endommagement des fibres dû aux niveaux de puissance élevés et aux faibles rayons de courbure.

– Fibres et câbles nécessaires pour la transmission en parallèle avec multiplexage CWDM ou SDM sur des fibres monomodes ou multimodes.

– Fibres et câbles nécessaires pour la transmission avec multiplexage SDM au-delà de 100 Tbit/s par fibre.

– Fibres et câbles nécessaires pour les réseaux d'accès et les réseaux mobiles évolués.

– Déterminer le "degré de compatibilité" des différents types de fibres installées sur une même liaison, afin de pouvoir évaluer les caractéristiques de transmission.

– Paramètres des fibres au niveau de la longueur d'onde de contrôle.

– Aspects et/ou orientations concernant les mesures sur site relatives aux topologies point à point et point à multipoint.

– Quelles sont les méthodes optimales pour pénétrer dans les locaux de l'abonné et installer des câbles à fibres optiques et d'autres éléments de réseau dans les communs des bâtiments?

– Quels types de câbles à fibres optiques est-il souhaitable d'utiliser pour le câblage en intérieur et à l'extérieur pour les applications sans fil?

– Quels types de câbles hybrides/composites est-il souhaitable d'utiliser?

– Quelles sont les techniques appropriées pour raccorder le réseau OTN, le réseau d'accès et les locaux d'abonné à l'intérieur d'un bâtiment?

– Quelles sont les techniques appropriées pour mettre en place un réseau à fibres optiques à l'intérieur d'un appartement?

– Quelles sont les techniques appropriées pour connecter les infrastructures physiques de la "ville intelligente"?

– Quelles sont les techniques appropriées en matière de fabrication intelligente?

## E.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Tenir à jour et améliorer les Recommandations de la série G.65x, notamment en modifiant les paramètres figurant dans les Recommandations G.651.1, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 et G.657.

– Mettre à jour les Suppléments G Suppl.40, G Suppl.47 et G Suppl.59, selon les besoins.

– Élaborer de nouvelles Recommandations ou ajouter des tableaux de paramètres dans des Recommandations existantes concernant d'éventuels types de fibre et de câble additionnels.

– Définir de nouveaux paramètres avec les méthodes de test correspondantes en usine et sur site, les méthodes de test de référence et de remplacement (RTM et ATM) pour les Recommandations G.650.1, G.650.2 et G.650.3.

– Tenir à jour et améliorer la série L.100, notamment en modifiant les paramètres figurant dans les Recommandations existantes L.100-L.199.

– Élaborer un guide destiné aux utilisateurs des fibres optiques et des câbles à fibres optiques.

– Élaborer des Recommandations cohérentes sur le câblage.

– Aspects liés aux fibres optiques et aux câbles pour la mise en place de réseaux OTN, de réseaux d'accès et de réseaux sans fil.

– Installation de câbles dans les habitations/bâtiments et dans les réseaux urbains/interurbains.

– Solutions de raccordement entre les réseaux intérieurs et les réseaux extérieurs.

– Caractéristiques et méthodes de test du câblage vertical dans les bâtiments.

– Incidences de l'installation de câbles à fibres optiques sur l'environnement urbain.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## E.4 Relations

Recommandations

− Recommandations G.67x-, G.69x-, G.95x-, G.97x-, G.98x-, de la série L.200, de la série L.300 et de la série L.400

Questions

− A/15, B/15, F/15, G/15, H/15

Commissions d'études

− Aucune

Autres organismes

– ISO/CEI JTC1/SC25 sur le câblage multimédia dans les locaux d'abonné

– SC86A de la CEI sur les fibres et les câbles

– SC86B de la CEI sur les connecteurs et les composants

– SC86C de la CEI sur les tests des systèmes et les dispositifs actifs

– SC46C JWG8 de la CEI sur les câbles hybrides

– CENELEC TC86A sur les fibres et les câbles

– CENELEC TC86BXA sur les connecteurs et les composants

– IEEE 802.3

Question F/15

Caractéristiques des composants, sous-systèmes et systèmes optiques   
dans les réseaux de transport optiques

(Suite de la Question 6/15)

## F.1 Motifs

Les réseaux à fibres optiques sont déployés dans les systèmes de télécommunication du monde entier. Des réformes structurelles entraînant une privatisation accrue des réseaux de télécommunication créent un environnement d'exploitation qui nécessite la mise en œuvre de réseaux optiques et une interconnexion entre différents opérateurs.

Des évolutions résultent de la nécessité d'améliorer l'efficacité du réseau et de tenir compte de demande des clients, qui souhaitent obtenir des services de données à débits binaires de plus en plus élevés, un accès haut débit à l'Internet et d'autres services novateurs.

Cette situation favorise l'essor des systèmes de transport optique à haut débit (de l'ordre du térabit/s) dans les réseaux urbains, les réseaux interurbains, les réseaux métropolitains et les réseaux longue distance des différents opérateurs de réseaux.

Cette Question vise à définir les spécifications nécessaires relatives aux interfaces de couche physique des systèmes point à point et des systèmes WDM, pour permettre l'évolution des réseaux optiques, afin qu'ils assurent la mise à disposition universelle des services large bande de prochaine génération. Dans la mesure du possible, ces spécifications devraient permettre une compatibilité transversale (boîte noire et/ou liaison noire) dans un environnement multifournisseurs et multi‑opérateurs de réseau.

En outre, la complexité croissante des réseaux optiques s'est traduite par une augmentation de la diversité des composants et sous-systèmes optiques actifs, passifs et hybrides ou dynamiques/adaptatifs, dont les fonctions diffèrent selon les applications. Cette Question vise aussi à répondre au besoin de spécifications de haut niveau exprimé dans les Recommandations sur les systèmes et par les opérateurs de réseau. Elle sert d'interface pour les normes au niveau des composants élaborées en dehors de l'UIT-T dans des organismes tels que la CEI.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: G.640, G.661, G.662, G.663, G.664, G.665, G.666, G.667, G.671, G.672, G.680, G.691, G.692, G.693, G.694.1, G.694.2, G.695, G.696.1, G.697, G.698.1, G.698.2, G.698.3, G.698.4, G.955, G.957, G.959.1 et G.911.

## F.2 Questions

– Quels aspects système et quelles caractéristiques de couche physique sont nécessaires pour permettre la mise en œuvre de systèmes optiques compatibles longitudinalement et transversalement dans des réseaux urbains, interurbains, métropolitains et longue distance?

– Quels aspects liés aux composants et quelles caractéristiques souhaitables faut-il définir pour prendre en charge les réseaux urbains, interurbains, métropolitains et longue distance, ainsi que les réseaux d'accès local et les réseaux sous-marins?

– Quelles améliorations convient-il d'apporter aux Recommandations existantes, publiées ou en projet, ou quelles nouvelles Recommandations convient-il d'élaborer pour définir les interfaces des systèmes de transport optique, employant tant des technologies de détection directe que des technologies cohérentes et ayant des débits binaires d'au moins 25 Gbit/s, et ce, si nécessaire, compte tenu de la grille DWDM adaptable?

– Quels systèmes et quelles considérations de couche physique sont nécessaires pour les systèmes de transport optique optimisés pour les nouvelles applications, par exemple les applications métropolitaines, notamment pour assurer un raccordement vers l'avant ou vers l'arrière pour les systèmes mobiles?

– Quelles améliorations convient-il d'apporter aux Recommandations existantes, publiées ou en projet, pour prendre en compte les progrès techniques et continuer à réduire les coûts et la consommation d'énergie des systèmes de communication par fibres optiques?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Considérations générales relatives aux systèmes optiques utilisés pour le transport des signaux OTN, Ethernet, CPRI ou d'autres protocoles employant plusieurs types de fibres monomodes. Approches statistiques et semi-statistiques du bilan de liaison:

• Spécifications permettant d'assurer la compatibilité transversale et longitudinale des systèmes optiques monocanal et multicanal.

• Modèles de système, configurations de référence et points de référence pour les méthodes de spécification des interfaces optiques.

• Spécifications d'interfaces à l'intérieur d'une liaison DWDM, compte tenu de la grille adaptable.

• Évaluation de la qualité d'un canal optique de bout en bout permettant de prendre des décisions d'acheminement dans tous les réseaux optiques (par exemple, métrique de qualité de l'émetteur, telle que l'amplitude du vecteur d'erreur, effets cumulés des dégradations, des transitoires, etc.).

• Architectures de la couche physique, y compris les nouvelles technologies permettant d'accroître la capacité des systèmes de transmission optique.

• Effets de propagation linéaires et non linéaires.

• Surveillance de la qualité de fonctionnement.

• Application de techniques de correction d'erreur directe (FEC) aux systèmes de transmission optiques de Terre (par exemple pour améliorer la marge du système ou assouplir les spécifications des paramètres optiques).

• Approches de conception statistique améliorées.

• Aspects "disponibilité/fiabilité" des systèmes optiques.

Autres sujets à étudier:

– Dispositifs et sous-systèmes actifs, tels que les amplificateurs optiques (OA), y compris définition et mesure des paramètres, classification des dispositifs et sous‑systèmes, non‑linéarités optiques, polarisation, dispersion, bruit et transitoires.

– Composants passifs tels que les épissures et connecteurs, les affaiblisseurs et termineurs, les coupleurs optiques MxN (tels que les séparateurs et combineurs), les multiplexeurs et démultiplexeurs optiques en longueur d'onde, les filtres optiques, les isolateurs et circulateurs optiques, et les compensateurs de dispersion.

– Valeurs des paramètres de transmission dans le cas le plus défavorable (pour tous les environnements et jusqu'en fin de vie) pour les composants passifs dans les applications numériques.

– Composants et sous-systèmes destinés à être utilisés dans des systèmes de transmission bidirectionnels sur une fibre unique.

– Spécification des multiplexeurs optiques d'insertion-extraction fixes (OADM) et reconfigurables (ROADM) et des répartiteurs optiques (OXC).

– Aspects de sécurité des composants considérés, y compris les aspects de fonctionnement à des niveaux de puissance optique élevés.

## F.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Améliorer les Recommandations G.640, G.661, G.662, G.663, G.664, G.665, G.666, G.667, G.671, G.672, G.680, G.691, G.692, G.693, G.694.1, G.694.2, G.695, G.696.1, G.697, G.698.1, G.698.2, G.698.3, G.698.4, G.955, G.957 et G.959.1.

– Élaborer de nouvelles Recommandations, des Suppléments et/ou combiner des Recommandations existantes en fonction de l'avancement des études sur les sujets d'étude susmentionnés.

– Améliorer le Supplément G Suppl.39.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## F.4 Relations

Recommandations

− Séries G.6xx et G.9xx

Questions

− B/15, E/15, G/15, H/15, I/15, J/15, K/15, L/15, M/15

Commissions d'études

− CE 5 de l'UIT-T

− CE 13 de l'UIT-T

− CE 12 de l'UIT-T sur les objectifs de qualité de fonctionnement des réseaux

Autres organismes

− SC 86B de la CEI sur les composants optiques passifs

− SC 86C de la CEI sur les composants actifs et les composants dynamiques, y compris tous les types d'amplificateurs optiques, sur les méthodes de mesure et de test des systèmes et sur les méthodes de test des amplificateurs optiques

− TC 76 de la CEI sur la sécurité des lasers et les aspects de sûreté de fonctionnement des lasers

− OIF sur les interfaces des systèmes optiques

− IEEE 802.3 sur les interfaces des systèmes optiques

− Groupe de travail CCAMP de l'IETF

Question G/15

Connectivité, exploitation et maintenance des infrastructures physiques optiques

(Suite de la Question 16/15)

## G.1 Motifs

Le développement rapide des réseaux de télécommunication dans le monde entier repose sur l'installation de câbles à fibres optiques tant dans les réseaux longue distance que dans les réseaux d'accès. En particulier, la mise en place des réseaux hertziens de cinquième génération (IMT-2020/5G) n'est possible que si un réseau dorsal à fibres optiques est présent. Aujourd'hui, le stade de développement des réseaux varie d'un pays à l'autre, mais tous ont besoin d'une grande fiabilité pour pouvoir assurer tous les services large bande actuellement utilisés, tels que les communications de données et vidéo. En outre, les différentes conditions géographiques doivent être prises en compte dans la conception et la mise en place des réseaux.

Cette Question vise à définir les spécifications nécessaires relatives aux infrastructures physiques, pour permettre l'évolution des réseaux optiques en vue de disposer de services large bande de prochaine génération de manière ubiquitaire. Elle constitue une interface naturelle avec d'autres organisations, telles que la CEI, qui travaillent sur les mêmes sujets.

De nombreux pays utilisent la topologie de réseau optique passif (PON) pour les applications FTTx. Il faut donc prévoir des configurations appropriées, compte tenu de la mise en place, de la maintenance, de l'exploitation et de l'administration des réseaux, ainsi que de l'évolution vers la technologie WDM PON. De plus, il est important de prévoir une planification appropriée des réseaux d'accès optiques pour les zones urbaines (demande concentrée de fibres optiques) et pour les zones rurales (demande dispersée de fibres optiques dans une région étendue).

En raison des progrès réalisés en ce qui concerne la miniaturisation des câbles optiques, il faudra mener des études sur les incidences de ces progrès sur les réseaux existants et sur les accessoires tels que les manchons d'épissures, les armoires, les coffrets terminaux, les nouveaux connecteurs optiques à haute densité et à faible encombrement, etc.

Du fait de l'émergence de questions liées à l'Internet des objets (IoT), aux réseaux IMT-2020/5G et aux "villes intelligentes", il faudra analyser l'incidence de ces questions sur les réseaux existants et étudier les nouveaux besoins qui pourraient se faire jour s'agissant du déploiement dans des environnements d'installations intérieures et extérieures.

Des centres de données à grande ou très grande échelle sont construits pour prendre en charge les services de données et les technologies TIC telles que l'informatique en nuage, les mégadonnées et l'intelligence artificielle. Il est nécessaire de mener des études sur les infrastructures nécessaires pour interconnecter des centres de données à longue distance et à l'échelle d'une ville.

Enfin, les infrastructures de télécommunication, y compris les câbles à fibres optiques et leurs infrastructures support telles que les poteaux, les trous, les tunnels, etc., continuent de se détériorer en raison du vieillissement. Afin de garantir la continuité du service, une gestion efficace et sûre des infrastructures est essentielle. Il est également important d'améliorer la résilience des réseaux et le rétablissement en cas de catastrophe si nous voulons mettre en place des services de télécommunication durables.

Avec l'augmentation du nombre de clients connectés à l'aide de techniques FTTx, il devient obligatoire d'élaborer des méthodes de test et d'identification des fibres afin de faciliter le raccordement de nouveaux clients, ainsi que d'identifier les défauts sur site sans interruption de service.

Les scénarios réglementaires devraient également être pris en compte lors de la conception des réseaux d'accès à fibres optiques, pour le déploiement des technologies IMT-2020/5G, les infrastructures physiques des villes intelligentes, les usines, les applications des secteurs verticaux et d'autres nouveaux scénarios.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: L.200/L.51, L.201/L.13, L.202/L.50, L.203/L.44, L.204/L.70, L.205/L.11, L.206, L.207, L.208, L.250/L.90, L.251/L.72, L.252/L.86, L.253/L.47, L.254/L.62, L.256/L.45, L.257/L.39, L.258/L.63, L.259/L.73, L.260/L.84, L.261/L.89, L.262/L.94, L.300/L.25, L.301/L.41, L.302/L.40, L.310, L.311/L.93, L.312/L.68, L.313/L.66, L.314, L.315, L.340/L.74, L.341/L.88, L.360/L.80, L.361/L.64, L.362/L.69, L.390/L.92, L.391/L.81, L.392, L.400/L.12, L.401/L.31, L.402/L.36, L.403/L.37 et L.404.

## G.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Quelles sont les incidences des différentes conditions géographiques sur les infrastructures des réseaux optiques?

– Quelles sont les topologies du réseau d'accès optique adaptées aux zones urbaines et aux zones rurales compte tenu de la demande de fibres optiques et de la taille de la zone?

– Quelles sont les considérations essentielles relatives à la conception des réseaux en intérieur ou en extérieur compte tenu de la planification et de la croissance, y compris des besoins en fibres pour le déploiement des réseaux IMT-2020/5G?

– Quelles sont les caractéristiques pertinentes des réseaux d'accès optiques pour pouvoir prendre en charge l'évolution des technologies PON?

– Quelles sont les méthodes optimales pour installer des éléments de réseau dans les communs des bâtiments?

– Quelles sont les caractéristiques nécessaires pour les points de distribution d'immeuble (BDP)?

– Quels ont les principaux accessoires à utiliser pour le câblage des bâtiments et quelles sont leurs caractéristiques?

– Quelles sont les caractéristiques mécaniques et environnementales de l'infrastructure optique pour les réseaux FTTH, y compris:

• les répartiteurs optiques;

• les coffrets et les boîtiers à l'extérieur;

• les terminaux de distribution à l'intérieur et à l'extérieur;

• la connectivité par fibre optique, y compris les épissures, les connecteurs optiques et/ou hybrides optiques/électriques, les connecteurs montables sur place, les séparateurs et autres composants passifs;

• les terminaux d'abonné et les câbles de raccordement préterminés;

• les solutions de câblage à l'intérieur.

– Quelles méthodes peuvent être envisagées pour permettre le stockage, la protection et la gestion thermique des appareils électroniques actifs dans les installations extérieures compte tenu des exigences en matière d'efficacité énergétique?

– Quels problèmes techniques convient-il de prendre en compte lors de l'épissurage de différents types de fibres monomodes?

– Quelle sont les stratégies optimales pour construire une nouvelle infrastructure et développer l'infrastructure existante, compte tenu des questions d'intégrité des installations, de maintenance et de croissance?

– Quels sont les principaux problèmes lorsque les infrastructures existantes d'autres fournisseurs de services et services d'utilité publique (par exemple en matière d'éclairage public et d'égouts) sont partagées pour prendre en charge un nouveau câble à fibres optiques afin de réduire le plus possible les travaux de génie civil?

– Quelles sont les techniques appropriées pour étudier et/ou cartographier les infrastructures existantes de façon à éviter l'excavation et/ou d'endommager les installations?

– Quelles sont les incidences des progrès réalisés en matière de miniaturisation des fibres/câbles sur les réseaux existants?

– Quelles sont les techniques appropriées pour la conception de réseaux dans les zones urbaines et dans les zones rurales, compte tenu de la demande de fibres optiques et de la taille et de l'expansion future d'une zone?

– Quelles sont les questions réglementaires à étudier pour déployer la fibre?

– Quelles sont les incidences de l'IoT sur les besoins d'infrastructure des "villes intelligentes" et des réseaux urbains existants?

– Quelles sont les techniques appropriées pour connecter les infrastructures physiques de la "ville intelligente" telles que les poteaux d'éclairage intelligents, voire les poteaux d'éclairage intelligents portant des antennes IMT-2020/5G?

– Quelles sont les infrastructures appropriées pour les applications "interurbaines"?

– Quelles sont les exigences fonctionnelles de test des lignes à fibres optiques sans détérioration des signaux de communication optiques dans les réseaux d'accès?

– Quelles procédures et méthodes de test des lignes à fibres optiques peut‑on employer sans que les services optiques soient interrompus et/ou pendant les travaux de maintenance des réseaux d'accès optiques?

– Quelles sont les fonctions de test nécessaires pour mettre en place un réseau optique extrêmement fiable?

– Quels types de dispositifs optiques de test sont nécessaires pour assurer de manière efficace la maintenance d'un réseau de câbles optiques?

– Quelles sont les exigences fonctionnelles d'un système de test de lignes à fibres optiques pour les réseaux d'accès et les réseaux interurbains sans détérioration des signaux de communication optiques?

– De quels types de paramètres et/ou d'informations les systèmes d'exploitation de réseau ont besoin, dans le cas des systèmes de tests des réseaux PON et des lignes à fibres optiques, pour localiser un défaut sur un câble à fibres optiques?

– Quels types de technologies fiables peuvent être mis en œuvre afin de préserver et de protéger les installations extérieures?

– Étudier de nouvelles solutions pour surveiller les éléments de réseau critiques au moyen de réseaux de capteurs.

– Les Recommandations et les Manuels UIT-T existants contiennent-ils une description à jour des techniques nécessaires pour assurer la maintenance des infrastructures de câbles à fibres optiques?

– Évaluer les questions de sécurité de l'infrastructure optique dans le contexte de l'exploitation et de la maintenance.

– Étudier des moyens permettant d'améliorer la résilience et le rétablissement des réseaux à la suite de catastrophes.

– Quelles sont les prescriptions fonctionnelles et/ou les techniques appropriées à utiliser pour l'inspection, la maintenance et la réparation des infrastructures d'appui, par exemple les poteaux téléphoniques, les tunnels, les conduits et les trous d'homme/de mains?

## G.3 Tâches

Les tâches consistent notamment (la liste n'est pas exhaustive) à élaborer des Recommandations et/ou des documents techniques sur les points suivants:

– Aspects liés à la planification, l'installation, l'activation et l'acceptation des réseaux optiques.

– Aspects techniques concernant la réglementation relative aux réseaux d'accès optiques.

– Aspects techniques concernant le partage d'infrastructures d'autres opérateurs et services d'utilité publique.

– Solutions évoluées pour l'étude des infrastructures existantes enterrées.

– Caractéristiques et méthodes d'installation du point BDP (point de distribution d'immeuble).

– Caractéristiques et méthodes d'installation des accessoires de câblage nécessaires dans les habitations/bâtiments.

– Caractéristiques et méthodes d'installation des coffrets pour le réseau FTTx.

– Terminaux et boîtiers de distribution à l'extrémité client, compte également tenu de la question de l'accès multi-opérateurs.

– Coffrets de brassage optique extérieurs.

– Valeurs des paramètres des composants en termes de valeurs statistiques (par exemple, moyenne et écart type), variations à court terme dues à l'environnement, dégradation à long terme due au vieillissement, utilisation de ces paramètres dans les calculs des systèmes.

– Composants destinés à la construction, l'installation et la protection des câbles et d'autres éléments de l'installation extérieure (épissures de fibres optiques, atténuateurs pour fibres optiques, connecteurs de fibres optiques monomodes, dispositifs de branchement optiques et connecteurs optiques montables sur place).

– Nouvelles familles de connecteurs optiques à forte densité et à faible encombrement, connecteurs hybrides optiques/électriques.

– Incidences des nouveaux types de fibres avec épaisseur du revêtement réduite sur les composants des installations extérieures (c'est-à-dire les manchons de raccordement).

– Câbles de raccordement de fibres optiques préterminés et connecteurs renforcés.

– Épissurage de différents types de fibres monomodes et méthodes possibles pour mesurer l'épissure pour le câblage et la construction d'installations extérieures et de réseaux en intérieur.

– Nouvelles solutions de réseau permettant de répondre aux besoins des "villes intelligentes", par exemple des technologies liées à la fibre optique pour les infrastructures physiques des villes intelligentes telles que les poteaux d'éclairage intelligents.

– Infrastructures optiques physiques pour les réseaux de raccordement vers l'arrière ou vers l'avant pour les nouvelles applications telles que les interconnexions de centres de données, les services mobiles évolués, la fabrication intelligente, etc.

– Révision des Recommandations existantes, selon les besoins.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## G.4 Relations

Recommandations

− Série L et série G.65x de l'UIT-T

Questions

− A/15, B/15, E/15 et F/15

Commissions d'études

− Commission d'études 5 de l'UIT-T

− Commission d'études 20 de l'UIT-T

– Commissions d'études de l'UIT-R

− UIT-D

Autres organismes

– CEI SC86A

– CEI SC86B

– CEI SC86C

– CEI TC86/WG4

– FTTH Council

– Broadband Forum

– CENELEC TC 86 BXA

Question H/15

Caractéristiques des systèmes de transmission par câble  
sous-marin à fibres optiques

(Suite de la Question 8/15)

## H.1 Motifs

La capacité de transmission dans chaque pays et/ou entre pays augmente rapidement en raison de l'évolution des services Internet à l'échelle mondiale. Les systèmes de transmission par câble sous‑marin à fibres optiques situés au cœur des réseaux mondiaux sont concernés par cette augmentation de la capacité de transmission. Dans ce réseau mondial transparent, la connectivité est plus importante que jamais pour les opérateurs et les fournisseurs de télécommunication. L'interopérabilité multifournisseur est également devenue importante pour assurer une construction et une modernisation rentables des systèmes. Les systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques sont de deux types: sans répéteur et avec répéteur. Les systèmes sans répéteur sont utilisés pour les extensions de réseau (par exemple, pour relier des îles proches de la côte) car l'installation ainsi que l'exploitation, l'administration et la maintenance (OAM) sont moins onéreuses. Les systèmes avec répéteur sont utilisés pour la transmission longue distance (par exemple, pour relier différents continents séparés par des océans) et utilisent des amplificateurs optiques.

La présente Question porte sur les domaines de normalisation suivants:

– Spécification des équipements terminaux et des câbles sous-marins à fibres optiques dans les systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques avec répéteur utilisant divers amplificateurs optiques tels que les amplificateurs à fibre optique dopée à l'erbium (EDFA) et les amplificateurs Raman.

– Spécification des équipements terminaux et des câbles sous-marins à fibres optiques dans les systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques sans répéteur, y compris les systèmes avec amplificateurs de puissance, préamplificateurs et/ou amplificateurs optiques à télépompage.

– Spécification de l'interface optique et des paramètres d'interface pour assurer la compatibilité longitudinale/transversale des systèmes sous-marins avec ou sans répéteur.

– Spécification des méthodes de test concernant les équipements terminaux, les câbles sous‑marins à fibres optiques (y compris les câbles terrestres marinisés) et d'autres équipements appropriés des systèmes de transmission par câble sous‑marin.

– Spécification de la correction d'erreur directe (FEC) pour les systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques.

– Spécification des systèmes de surveillance pour les systèmes de câbles sous-marins à fibres optiques.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: G.971, G.972, G.973, G.973.1, G.973.2, G.974, G.975, G.975.1, G.976, G.977, G.978, G.979, L.430, L.431, L.432, L.433 et L.434. Le Supplément G Suppl.41 relève aussi de cette Question.

## H.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Comment convient-il de modifier les Recommandations G.971, G.972, G.973, G.973.1, G.973.2, G.975.1, G.976, G.977, G.978 et G.979, du point de vue technique et économique?

– Quelles nouvelles techniques de transmission convient-il de recommander pour augmenter les capacités de transmission des systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques?

– Quels nouveaux composants et sous-systèmes (fibres, composants, etc.) convient-il d'utiliser pour améliorer la capacité et la fiabilité de ces systèmes?

– Quelles nouvelles méthodes de test sont nécessaires pour les systèmes de transmission par câble sous-marin?

– Quels mécanismes de protection mécanique et de protection des systèmes convient-il de recommander pour améliorer la fiabilité/disponibilité les systèmes de transmission par câble sous‑marin à grande capacité?

– Quelle intégration des systèmes de Terre et des systèmes sous-marins convient-il de recommander pour un fonctionnement efficace des systèmes de réseau?

– Quel type de système sous-marin à fibres optiques convient-il de normaliser pour assurer la compatibilité longitudinale/transversale?

– Quel type de fibres optiques et/ou câbles faut-il utiliser comme ligne de transmission pour que les systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques puissent offrir une plus grande capacité de transmission sur une plus grande distance?

– Quel type de système sous-marin à fibres optiques convient-il de recommander pour les câbles ayant un plus grand nombre de fibres tout en respectant la limite d'alimentation électrique par le câble pour les répéteurs?

– Quel type de fibres optiques et/ou câbles faut-il utiliser pour que les systèmes de câbles sous-marins à fibres optiques disposent de l'espace nécessaire dans le câble en vue d'offrir une plus grande capacité de transmission ou d'assurer un déploiement rentable des systèmes de câbles?

– Quelles modifications peut-on apporter aux Recommandations existantes publiées pour continuer à réduire la consommation d'énergie des systèmes de transmission par câble sous‑marin à fibres optiques?

– Quelles type de technologies convient-t-il de recommander pour assurer au niveau du réseau une maintenance et une exploitation efficaces des systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques?

– Quelles nouvelles Recommandations faut-il élaborer pour assurer l'interopérabilité des aspects "câble sous-marins" des réseaux pilotés par logiciel du point de vue des paramètres de système types et des critères d'acceptation?

– Quelles nouvelles Recommandations faut-il élaborer pour permettre l'utilisation de câbles et de systèmes sous-marins pour la surveillance des océans et du climat et l'alerte en cas de catastrophe?

– Quelles nouvelles Recommandations sont nécessaires?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Caractéristiques de transmission des systèmes de transmission par câble sous‑marin à fibres optiques.

– Caractéristiques des interfaces des systèmes de transmission par câble sous‑marin à fibres optiques.

– Caractéristiques mécaniques de la portion sous-marine des systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques.

– Méthodes de test.

– Évolution des systèmes sous-marins vers des débits binaires plus élevés, y compris les effets de la dispersion chromatique, de la dispersion modale de polarisation et des non‑linéarités des fibres optiques.

– Adoption de techniques de multiplexage/démultiplexage par répartition en longueur d'onde.

– Introduction d'autres types d'amplificateurs à fibres, d'amplificateurs Raman, d'amplificateurs Raman répartis ou d'amplificateurs optiques à semi-conducteurs fonctionnant à différentes longueurs d'onde.

– Souplesse pour les mises à niveau de réseau partielles.

– Répéteurs avec amplificateurs optiques.

– Utilisation de coupleurs dans les réseaux sous-marins.

– Nouvelles spécifications et méthodes de test pour les systèmes sous-marins conformément à l'objectif de compatibilité longitudinale/transversale.

– Systèmes sous-marins avec des débits binaires plus élevés au-delà de 100 Gbit/s, y compris les effets de la dispersion chromatique, de la dispersion modale de polarisation et des non‑linéarités des fibres optiques.

– Nouvelles techniques de compensation de la dispersion, y compris les lignes de transmission de gestion de la dispersion, les lignes de transmission de la dispersion non gérées et/ou les lignes de transmission hybrides pour les systèmes de transmission par câble sous-marin à fibres optiques à haut débit.

– Correction d'erreur directe (FEC) évoluée pour des systèmes sous-marins DWDM (multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité) à débit binaire élevé.

– Nouveaux types d'amplificateurs fonctionnant dans différentes bandes de longueurs d'onde.

– Disponibilité et fiabilité.

– Ingénierie, exploitation et maintenance.

– Compatibilité des interfaces entre systèmes sous-marins et systèmes de Terre.

– Réseaux de Terre et réseaux sous-marins intégrés.

– Mécanismes de protection mécanique et de protection au niveau système.

– Procédures de réparation des systèmes et des câbles.

– Utilisation des systèmes sous-marins pour la surveillance de l'environnement marin.

– Paramètres de mise en service de câbles sous-marins indépendants du terminal.

## H.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Réviser les Recommandations G.971, G.972, G.973, G.973.1, G.973.2, G.975.1, G.976, G.977, G.978, G.979, L.430, L.431, L.432, L.433 et L.434, selon les besoins.

– Actualiser le texte du Supplément G Suppl.41, selon les besoins.

– Actualiser les données sur les navires câbliers et les équipements submersibles (selon les besoins).

– Élaborer d'autres Recommandations en fonction de l'avancement des travaux concernant les sujets d'étude susmentionnés.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## H.4 Relations

Recommandations

− Séries G.65x, G.66x, G.69x et G.95x

Questions

− E/15, F/15, J/15

Commissions d'études

− Aucune

Autres organismes

− Groupe d'action mixte UIT/OMM/UNESCO COI

– SC 86A de la CEI

– SC 86C de la CEI

Question I/15

Spécifications des interfaces, de l'interfonctionnement, des mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance, de la protection  
et des équipements des réseaux de transport en mode paquet

(Suite de la Question 10/15)

## I.1 Motifs

La croissance exponentielle ininterrompue du trafic Internet, la normalisation des débits Ethernet au-delà de 400G, la normalisation d'autres débits Ethernet au-dessous de 100 Gbit/s et la prise en charge d'autres types de trafic en mode paquet ainsi que de la gamme d'interfaces logiques fournies par la technologie FlexE qui ne correspondent pas forcément à un débit Ethernet PHY existant, sont des facteurs déterminants de l'évolution des réseaux de transport en mode paquet. Pour faire en sorte que les réseaux de transport en mode paquet puissent assurer une qualité de fonctionnement identique à celle offerte par un opérateur, il est indispensable que les techniques de protection du réseau continuent d'évoluer et que les Recommandations pertinentes soient mises à jour. En outre, les réseaux de transport en mode paquet doivent continuer de fournir les capacités d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM) indispensables pour assurer une qualité de fonctionnement identique à celle offerte par un opérateur. Ces réseaux devraient permettre la fourniture d'un éventail toujours plus large de services extrêmement fiables et de haute qualité, qui nécessitent également une commande et une gestion efficaces du réseau. Compte tenu de ces facteurs, il faudra revoir les Recommandations existantes et élaborer de nouvelles Recommandations concernant les équipements et les interfaces de transport en mode paquet.

Dans le cadre de cette Question, des Recommandations seront élaborées en vue de définir les spécifications des équipements, des mécanismes OAM, des mécanismes de commutation de protection, des interfaces réseau, des services et de l'interfonctionnement des domaines dans les réseaux de transport en mode paquet. Cette activité sera menée en étroite coopération avec les commissions d'études concernées de l'UIT-T, l'IEEE, le MEF, l'IETF et d'autres organismes de normalisation, si nécessaire.

Il faudra peut-être améliorer les Recommandations existantes, afin de tenir compte des nouveaux modèles de commande et de gestion du réseau de transport, par exemple le réseau optique à commutation automatique (ASON) et la commande SDN des réseaux de transport.

La présente Question porte également sur la spécification:

– des fonctions d'équipement associées aux réseaux en couches en mode paquet, y compris les fonctions d'équipement associées aux réseaux d'accès;

– des fonctions d'équipement pour le transport du trafic de données/en mode paquet (par exemple Ethernet, IP, ATM, MPLS, MPLS-TP, trafic des centres de données);

– des mécanismes d'économie d'énergie pour les équipements de réseau de transport en mode paquet dans le contexte plus général des TIC (technologies de l'information et de la communication);

– des structures et des méthodes OAM pour le transport en mode paquet;

– de tous les processus de commutation de protection relatifs aux réseaux de transport en mode paquet;

– des caractéristiques des interfaces de réseau pour le réseau de transport en mode paquet;

– de la supervision du transport des données en mode paquet;

– d'un cadre permettant de définir les caractéristiques orientées réseau des services Ethernet en phase avec les besoins du secteur.

Les Recommandations relatives aux technologies de transport en mode paquet utilisées dans l'environnement d'accès et non traitées dans d'autres Questions de la Commission d'études 15 de l'UIT-T sont également abordées dans le cadre de la présente Question.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: G.8001/Y.1354, G.8011/Y.1307, G.8012/Y.1308, G.8012.1/Y.1308.1, G.8013/Y.1731, G.8021/Y.1341, G.8021.1/Y.1341.1, G.8031/Y.1342, G.8032/Y.1344, G.8101/Y.1355, G.8112/Y.1371, G.8113.1/Y.1372.1, G.8113.2/Y.1372.2, G.8121/Y.1381, G.8121.1/G.1381.1, G.8121.2/G.1381.2, G.8131/Y.1382, G.8132/Y.1383, G.8133, I.610, I.630, Y.1710, Y.1711, Y.1712, Y.1713, Y.1714, Y.1720 et Y.1730.

## I.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Quelles fonctions d'équipement et interfaces de transport en mode paquet convient-il de spécifier pour assurer la compatibilité des équipements de transport en mode paquet dans les réseaux métropolitains et les réseaux longue distance, compte tenu des facteurs à prendre en compte concernant les mécanismes de protection et l'évolution vers le réseau de transport optique?

– Quelles caractéristiques convient-il de recommander pour les équipements de transport du trafic en mode paquet (par exemple Ethernet, MPLS-TP, MPLS, trafic des centres de données)?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Spécifications des fonctions d'équipement nécessaires au transport du trafic en mode paquet (par exemple services Ethernet, MPLS‑TP et trafic des centres de données).

– Améliorations à apporter aux Recommandations relatives aux équipements de transport en mode paquet et à la protection du réseau afin de répondre aux besoins, y compris permettre le rétablissement en cas de catastrophe:

• des réseaux d'accès;

• des réseaux des centres de données;

• de l'informatique en nuage;

• des réseaux mobiles, y compris les réseaux IMT-2020/5G;

• des clients CBR;

• des réseaux futurs.

– Recommandations relatives à la protection du réseau visant à définir des capacités de survie améliorées.

– Clarification et résolution de problèmes techniques dans les Recommandations publiées et en projet.

– Quelles fonctions de l'équipement convient-il de définir pour permettre des économies d'énergie dans les réseaux de transport en mode paquet?

– Clarification des prescriptions et des mécanismes OAM pour les réseaux de transport en mode paquet. Il faudra notamment étudier la prise en charge OAM de bout en bout pour les réseaux ubiquitaires en mode paquet. Les fonctions OAM offrent notamment les possibilités suivantes: détection des défaillances, localisation des défaillances, gestion de la topologie et gestion de la qualité de fonctionnement. Les fonctions OAM devraient pouvoir être appliquées aux réseaux point à point, aux réseaux point à multipoint et aux réseaux multipoint à multipoint.

– Clarification des principes OAM génériques pour les réseaux à commutation par paquets en mode connexion et les réseaux à commutation par paquets en mode sans connexion.

– Clarification des principes OAM génériques dans le cadre de l'interfonctionnement de différentes technologies de réseau, et prise en compte des scénarios d'interfonctionnement des réseaux et des services.

– Poursuite des travaux sur la Recommandation G.8021/Y.1341 relative aux équipements de transport Ethernet, en collaboration avec l'IEEE et le MEF.

– Poursuite des travaux sur la Recommandation G.8013/ Y.1731 relative aux fonctions OAM pour le transport Ethernet, en collaboration avec l'IEEE et le MEF.

– Poursuite des travaux sur les Recommandations relatives aux fonctions OAM pour les réseaux MPLS-TP, en collaboration avec l'IETF.

– Poursuite des travaux sur les Recommandations relatives aux services Ethernet et aux interfaces de réseau, en collaboration avec le MEF.

## I.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Perfectionner et améliorer les Recommandations existantes sur les caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de réseau de transport en mode paquet (G.8021/Y.1341, G.8021.1/Y.1341.1, G.8121/Y.1381, G.8121.1/G.1381.1, G.8121.2/G.1381.2).

– Perfectionner et améliorer les Recommandations existantes sur les mécanismes OAM pour les réseaux de transport en mode paquet (G.8013/Y.1731, G.8113.1/Y.1371.1, G.8113.2/Y.1371.2).

– Élaborer des Recommandations sur les mécanismes OAM, y compris les fonctions de localisation des défaillances et de mesure de la qualité de fonctionnement.

– Perfectionner et améliorer les Recommandations relatives à la commutation de protection linéaire et annulaire pour les technologies de transmission de paquets.

– Poursuivre l'élaboration des caractéristiques des services Ethernet (G.8011/Y.1307).

– Poursuivre l'élaboration des spécifications d'interface pour les réseaux de transport en mode paquet (G.8012/Y.1308, G.8112/Y.1371).

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## I.4 Relations

Recommandations

− G.800, G.805, G.806, G.808, G.808.1, G.808.2, G.808.3, G.809, G.872, G.8010, G.8023, G.8051, G.8052, G.8052.1, G.8052.2, G.8110.1, G.8151, G.8152, G.8152.1, G.8152.2, G.7710, G.7711

Questions

− D/15, J/15, K/15, L/15, M/15

Commissions d'études

− CE 2 de l'UIT-T responsable des aspects opérationnels.

− CE 12 de l'UIT-T responsable de la qualité de fonctionnement, de la qualité de service et de la qualité d'expérience de l'Ethernet et des réseaux MPLS.

− CE 13 de l'UIT-T responsable des réseaux futurs, en particulier les IMT-2020, l'informatique en nuage, et les infrastructures de réseau de confiance.

Autres organismes

− MEF sur les questions relatives aux services et aux interfaces de réseau Ethernet

− IEEE 802.1, 802.3 sur l'Ethernet

− Groupes de travail de l'IETF sur les fonctions OAM, le transport MPLS et le transport PW

− Broadband Forum sur l'Ethernet et les réseaux MPLS

− OIF sur Flex Ethernet

Question J/15

Structures de signal, interfaces, fonctions des équipements, protection et interfonctionnement dans les réseaux de transport optiques

(Suite de la Question 11/15)

## J.1 Motifs

Compte tenu de la croissance spectaculaire du trafic Internet et d'autres types de trafic en mode paquet, y compris la connectivité des centres de données, des réseaux hertziens tels que les réseaux IMT-2020/5G et des nouveaux formats vidéo à haute définition, il est devenu nécessaire d'élaborer de nouvelles normes relatives aux équipements de réseau de transport et aux interfaces de nœud de réseau (NNI) pour les réseaux optiques. Cet essor rapide du trafic sera favorisé par la normalisation escomptée de nouvelles interfaces Ethernet pour les débits au-delà de 400 Gbit/s, notamment la gamme d'interfaces logiques fournies par la technologie FlexE. De plus, la mise au point de spécifications relatives au réseau de transport optique (OTN) permet d'augmenter considérablement la largeur de bande, et donc la capacité d'acheminement de trafic sur les réseaux optiques. Par ailleurs, les signaux ODUflex ont permis d'assurer un transport efficace du trafic de données sur le réseau OTN, et les interfaces OTN souples fondées sur la technologie FlexO ont permis d'utiliser plus efficacement les interfaces physiques pour les clients employant des débits de données plus élevés. En outre, les réseaux de transport en mode circuit doivent continuer de fournir les capacités d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM) indispensables pour assurer une qualité de fonctionnement identique à celle offerte par un opérateur. De plus, la sécurité de l'information suscite de plus en plus de préoccupations, et les réseaux de transport doivent être renforcés afin de répondre à ce besoin des applications. Pour faire en sorte que les réseaux de transport en mode circuit utilisant ces nouvelles technologies puissent assurer une qualité de fonctionnement identique à celle offerte par un opérateur, il est indispensable que les techniques de protection du réseau continuent d'évoluer et que les Recommandations pertinentes soient mises à jour. Compte tenu de ces capacités améliorées et d'autres capacités, ainsi que de la nécessité de disposer de nouvelles capacités de gestion, il a fallu modifier les Recommandations existantes relatives aux équipements et en élaborer de nouvelles pour les équipements de transport. Le recours accru à la technologie OTN pour des applications plus diverses a rendu nécessaire la prise en charge de nouveaux signaux clients, comme l'Ethernet à haut débit, d'interfaces de réseau de stockage (SAN) (comme les canaux à fibres optiques) ainsi que d'un découpage des canaux à granularité plus fine. Les travaux devraient se poursuivre en vue d'améliorer les Recommandations relatives aux réseaux OTN pour permettre la prise en charge des futures interfaces Ethernet et d'autres interfaces de données client. Les travaux devraient également se poursuivre en vue de définir de nouvelles technologies de transport liées aux réseaux IMT-2020/5G.

La présente Question concerne également:

– la spécification de structures des signaux de transport, (y compris les codes de correction directe d'erreur utilisés avec ces structures de signal), par exemple pour les réseaux OTN (y compris SyncO et FlexO) et les réseaux de transport métropolitains (MTN);

– la spécification des adaptations des signaux client dans les couches de transport serveur;

– la spécification des caractéristiques des interfaces pour le transport et la supervision des signaux client;

– la spécification de tous les processus de commutation de protection associés aux réseaux OTN et MTN;

– la spécification de toutes les fonctions d'équipement et des processus de supervision associés aux réseaux OTN et MTN, y compris les fonctions d'équipement associées aux réseaux d'accès;

– la spécification des paramètres de transmission fondamentaux et la détermination des effets des différentes dégradations de transmission, notamment les objectifs de qualité de fonctionnement en termes de disponibilité et d'erreurs de transmission et les méthodes d'attribution pour une conception efficace des réseaux numériques et des équipements de transmission associés;

– la spécification des capacités de survie et l'élaboration d'une stratégie pour les interactions de capacité de survie multidomaines et/ou multicouches (y compris lorsque différentes technologies de transport sont utilisées dans différentes couches);

– l'examen des exigences applicables aux réseaux de transport pour les liaisons de raccordement vers l'avant et vers l'arrière pour les systèmes mobiles IMT-2020/5G;

– l'examen des mécanismes d'économie d'énergie dans les équipements de réseau de transport dans le contexte plus général des TIC (technologies de l'information et de la communication);

– l'étude de la manière dont les réseaux de transport peuvent être renforcés pour assurer la sécurité.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: G.703, G.704, G.707/Y.1322, G.709/Y.1331, G.709.1/Y.1331.1, G.709.2/Y.1331.2, G.709.3/Y.1331.3, G.709.4, G.7041/Y.1303, G.7042/Y.1305, G.7043/Y.1343, G.7044/Y.1347, G.8023, G.8040/Y.1340, X.85/Y.1321, X.86/Y.1323, G.705, G.783, G.798, G.798.1, G.806, G.808, G.808.1, G.808.2, G.808.3, G.841, G.842, G.873.1, G.873.2, G.873.3, G.821, G.826, G.827, G.828, G.829, G.8201 et G.8312.

## J.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Quelles modifications faudrait-il apporter aux Recommandations relatives aux interfaces NNI existantes ou quelles nouvelles Recommandations faudrait-il élaborer:

• pour permettre aux réseaux employant le réseau de transport optique (OTN) d'intégrer les nouveaux clients Ethernet?

• pour permettre aux interfaces OTN d'atteindre des débits au-delà de 400 Gbit/s pour l'acheminement sur une ou plusieurs interfaces de longueur d'onde?

• pour permettre aux interfaces OTN d'atteindre des débits de voie optique de 100 Gbit/s sur les interfaces FlexO 100G, 200G, 400G et B400G (à venir)?

• pour que les réseaux OTN et MTN prennent en charge les réseaux radioélectriques de raccordement vers l'avant/arrière conformément aux prescriptions concernant les systèmes mobiles IMT-2020/5G, la virtualisation du réseau, la vidéo haute définition (4K, etc.)?

• pour tenir compte des applications de réseau de transport et des scénarios d'interfonctionnement additionnels?

• pour optimiser les réseaux pour le transport de données par paquets?

• pour permettre le transport WAN de l'Ethernet souple (FlexE) du Forum OIF (Forum sur l'interfonctionnement optique) sur le réseau OTN pour la connectivité des centres de données et d'autres applications?

– Clarification des principes OAM génériques pour les réseaux à commutation de circuits.

– Clarification des principes OAM génériques dans le cadre de l'interfonctionnement de différentes technologies de réseau, et prise en compte des scénarios d'interfonctionnement des réseaux et des services.

– Quels mécanismes additionnels de protection au niveau des équipements de transport convient-il de recommander pour fournir des capacités de survie améliorées et une stratégie cohérente pour les interactions de capacité de survie multidomaines et/ou multicouches?

• Recommandations relatives à la protection du réseau visant à définir des capacités de survie améliorées et une stratégie cohérente pour les interactions de capacité de survie multicouches.

• Améliorations qu'il est nécessaire d'apporter aux Recommandations relatives à la protection du réseau afin de répondre aux besoins, y compris permettre le rétablissement en cas de catastrophe:

– des réseaux d'accès;

– des réseaux des centres de données;

– de l'informatique en nuage;

– des réseaux mobiles, y compris les réseaux IMT-2020/5G;

– des réseaux futurs.

– Quelles fonctions d'équipement de transport faut-il définir pour assurer la compatibilité des équipements de transport dans les réseaux intercommutateurs et les réseaux longue distance, compte tenu de l'évolution vers le réseau de transport optique?

– Quels paramètres et objectifs de qualité de fonctionnement en termes d'erreur de transmission faut-il recommander?

– Quelles améliorations faudrait-il apporter aux Recommandations relatives aux fonctions des équipements existantes ou quelles nouvelles Recommandations faudrait-il élaborer pour répondre aux besoins, y compris en matière de synchronisation:

• des réseaux des centres de données;

• de l'informatique en nuage;

• des réseaux IMT-2020/5G;

• des réseaux futurs.

– Quelles spécifications faut-il intégrer à la définition de nouveaux réseaux de transport tout en assurant la compatibilité transversale et l'interfonctionnement avec des technologies définies antérieurement?

– Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations existantes pour réaliser des économies d'énergie directement ou indirectement dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) ou dans d'autres secteurs? Quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations, nouvelles ou en cours d'élaboration, pour réaliser ces économies d'énergie?

– Quelles nouvelles Recommandations faut-il élaborer ou quelles améliorations faut-il apporter aux Recommandations existantes pour assurer la sécurité des réseaux de transport?

## J.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Élaborer des Recommandations relatives au transport pour les réseaux IMT-2020/5G (G.8312, G.8321 et G.8331).

– Améliorer les Recommandations relatives aux réseaux de transport (G.709, G.709.x, G.798 et G.8023) en vue d'accroître la capacité de transport dans le réseau et d'intégrer des services Ethernet à un débit supérieur à 400 Gbit/s.

– Améliorer les Recommandations relatives aux réseaux de transport pour prendre charge les applications relatives à l'accès, notamment les applications relatives aux liaisons de raccordement vers l'avant/vers l'arrière pour les systèmes mobiles IMT-2020/5G.

– Améliorer les mécanismes de protection des réseaux OTN.

– Préciser les relations entre la fonction de survie d'un réseau de transport en mode circuit et la fonction de survie dans d'autres couches ou pour d'autres technologies de transport (par exemple, SDH, OTN, etc.).

– Préciser les possibilités d'interfonctionnement entre différents mécanismes de protection au sein d'un réseau en couches (par exemple entre une protection linéaire et annulaire).

– Tenir à jour et actualiser, si nécessaire, les Recommandations G.821, G.826, G.827, G.828, G.829 et G.8201 relatives aux caractéristiques d'erreur.

– Tenir à jour et actualiser, si nécessaire, les Recommandations relatives aux technologies PDH, SDH, OTN, FlexO et LAPS.

– Tenir à jour et actualiser, si nécessaire, les Recommandations relatives aux techniques GFP, LCAS et HAO.

– Élaborer la nouvelle Recommandation G.osu.

– Poursuivre l'élaboration de Recommandations relatives à l'interface OTN (y compris choisir de nouveaux codes de correction d'erreur directe en fonction des besoins des nouvelles applications).

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## J.4 Relations

Recommandations

– G.693, G.694, G.695, G.698.x, G.784, G.800, G.805, G.807, G.825, G.872, G.874, G.957, G.959.1, G.993.x, G.7710, G.7712, G.8010, G.8021, G.8080, G.8110, G.8110.1, G.8121, G.8251, G.8261, G.8262, G.8264, G.8310 et G.8350

Questions

− B/15, D/15, F/15, I/15, K/15, L3/15 et M/15

Commissions d'études

− CE 2 de l'UIT-T sur la maintenance des réseaux

− CE 13 de l'UIT-T sur les réseaux futurs, en particulier les IMT-2020, l'informatique en nuage et les infrastructures de réseau de confiance

− CE 17 de l'UIT-T sur la sécurité

Autres organismes

− MEF sur les services Ethernet et les interfaces Ethernet et les services de couche 1

− IEEE 802.1 et IEEE 802.3 sur l'Ethernet

− T11 sur le transport de flux dans les réseaux SAN

– Forum OIF (Forum sur l'interfonctionnement optique) sur l'Ethernet souple (FlexE) et les interfaces optiques qui exploitent les formats de trame FlexO

− Broadband Forum (BBF)

Question K/15

Architectures des réseaux de transport

(Suite de la Question 12/15)

## K.1 Motifs

Diverses Recommandations ont été établies sur l'architecture des réseaux de transport (G.800, G.805, G.807 et G.809) et sur les architectures des réseaux utilisant une technologie particulière (G.803, G.872, G.8310, G.8010, G.8110, G.8110.1 et I.326) et sont largement utilisées. À mesure que l'on acquiert de l'expérience en ce qui concerne l'emploi des technologies de réseau de transport existantes et que les nouvelles technologies évoluent (paquets de dimension variable, réseaux de transport à haut débit, etc.), il est nécessaire d'élaborer de nouvelles Recommandations ou d'améliorer les Recommandations existantes, en suivant de près les activités de normalisation sur les systèmes et équipements des réseaux de transport. Les aspects opérationnels des réseaux, y compris l'utilisation des réseaux ASON/SDN pour le rétablissement, prennent de l'importance. En conséquence, il conviendrait d'examiner les aspects opérationnels des réseaux optiques mixtes à commutation par paquets et à commutation de circuits pour veiller à ce qu'ils soient traités de façon adéquate du point de vue de l'architecture et pour éviter autant que possible les approches divergentes.

Les réseaux pilotés par logiciel (SDN) sont une méthode architecturale de gestion des ressources du réseau de transport. Leur architecture doit être comprise dans le contexte d'un continuum de commande de gestion comprenant l'architecture du réseau optique à commutation automatique. (G.7703). Les points communs et les différences avec les architectures existantes doivent être étudiés, étant donné que cette architecture est appliquée à différentes couches de transport. Il faut également étudier les prescriptions applicables aux interfaces de commande évoluées avec et dans le réseau de transport, par exemple pour prendre en charge le découpage de réseau. Des interfaces sont nécessaires pour la configuration et la commande du matériel programmable. Il faut également disposer d'interfaces permettant aux clients de demander des services de réseau autres que la connectivité de base.

L'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage automatique (ML) sont de nouvelles technologies qui peuvent être utiles aux opérateurs de réseau de transport en ce qu'elles permettent d'augmenter le degré d'automatisation, l'efficacité de fonctionnement et la souplesse d'exploitation des réseaux de transport et d'utilisation des ressources. Des travaux sur les technologies IA/ML étant en cours dans de nombreuses autres organisations avec lesquelles nous collaborons, nous devrions fournir des analyses et des conseils sur l'applicabilité des technologies IA/ML au réseau de transport à utiliser au sein de la CE 15 et dans les autres organisations. Ces travaux comportent deux grands volets distincts: les avantages potentiels des technologies IA/ML pour le réseau de transport et l'appui (c'est-à-dire les interfaces) nécessaire du réseau de transport pour les applications en question.

À mesure que les capacités de calcul et de stockage évoluent, elles peuvent avoir une incidence sur l'architecture du réseau et des études doivent être menées à cet égard (contrôleur SDN réparti, connectivité des centres de données, ou utilisation de matériel informatique pour offrir de manière souple des fonctions de réseau comme la transmission et l'adaptation, par exemple).

L'évolution constante des réseaux de transport et des services qu'ils permettent d'assurer, tels que l'Internet, les IMT-2020/5G, les services faisant appel à des centres de données et la vidéo à plus haute définition, ont radicalement transformé les exigences imposées aux réseaux de transport. Les services pris en charge par le réseau de transport sont essentiels à la société moderne; en tant qu'élément clé de l'infrastructure de la société, la sécurité du réseau de transport est un aspect important. Il est nécessaire de faire évoluer constamment les réseaux de transport pour pouvoir répondre à ces exigences qui changent et mettre en place un réseau de transport postconvergence. Cette situation en évolution rapide nous a amenés à reconnaître qu'un travail de coordination et de communication au sujet des différentes Questions concernées (essentiellement les Questions B, F, I, J, K, L et M/15) était nécessaire afin d'éviter toute redondance des tâches et de mener à bien les travaux de la manière la plus efficace possible. En outre, un programme des travaux de normalisation concernant les nouvelles activités relatives aux réseaux de transport optiques (le programme de normalisation des réseaux et technologies de transport optiques (OTNT)) doit être tenu à jour. De plus, certains aspects généraux, comme la terminologie, doivent être pris en considération.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: G.800, G.803, G.805, G.809, G.807, G.872, G.8310, G.7701, G.7702, G.7703, G.8010/Y.1306, G.8110/Y.1370, G.8110.1/Y.1370.1 et I.326.

## K.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Préciser et améliorer la spécification de l'architecture des réseaux de transport (en particulier amélioration des Recommandations G.800, G.872, G.8310, G.7701, G.7702, G.7703, G.8010, G.8110 et G.8110.1), y compris l'utilisation des réseaux ASON ou SDN pour le rétablissement du réseau, les aspects opérationnels et les incidences de l'évolution des technologies photoniques pour permettre davantage de souplesse dans le réseau de transport?

– Étudier les architectures qui utilisent des composants G.7701.

– Étudier la relation entre l'architecture des réseaux de transport et les applications comme le calcul et le stockage?

– Étudier la relation entre l'architecture des systèmes multicanal et l'évolution de l'environnement informatique et de l'environnement de stockage.

– Étudier les incidences de l'intégration multitechnologies et multicouches, les possibilités de simplification du réseau et l'incidence qui en découle sur l'architecture des réseaux et les normes existantes?

– Concevoir l'architecture des réseaux sociaux en fonction de la manière dont les couches d'information qui les utilisent évoluent?

– Étudier la relation entre les architectures fonctionnelles définies au titre de la Question K/15 et les modèles d'informations définis au titre de la Question M/15?

– Étudier les améliorations à apporter à l'architecture des réseaux de transport pour tenir compte des nouveaux besoins des IMT-2020?

– Définir les exigences applicables aux interfaces de commande évoluées avec et dans le réseau de transport. Des interfaces permettant la configuration et la commande du matériel programmable sont nécessaires. Examiner les incidences des technologies IA et ML sur ces interfaces. Par exemple, de nouveaux paramètres pour les interfaces existantes sont-ils nécessaires pour prendre en charge les applications IA/ML? De nouvelles interfaces sont-elles nécessaires pour les prendre en charge?

– Que faut-il éventuellement modifier sur le plan de l'architecture pour pouvoir utiliser des applications IA/ML dans l'exploitation du réseau de transport?

– Définir des interfaces permettant aux clients de demander des services de réseau autres que la connectivité de base?

– Tenir compte de la synchronisation (telle qu'étudiée au titre de la Question L/15) dans les Recommandations relatives à l'architecture?

– Architecture pour assurer l'interaction entre la gestion du réseau de transport et la gestion des réseaux IMT-2020/5G?

– Étudier les aspects de sécurité des éléments de commande de l'architecture de commande et de gestion du réseau de transport.

– Aspects de sécurité de la gestion et de la commande, et des applications utilisatrices, y compris les aspects liés à l'attribution des ressources.

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Réseaux de transport qui offrent une fonctionnalité de commutation de circuits, avec technologie à commutation photonique.

– Réseaux de transport qui offrent une fonctionnalité de commutation de circuits.

– Réseaux de transport convergents multitechnologies et multicouches.

– Architecture du réseau support et nouvelles modalités permettant de prendre en charge les couches d'information sur les médias.

– Prise en charge de services de transport point à multipoint et multipoint à multipoint.

– Comportement dynamique des ressources dans le réseau (par exemple, variation du débit de la liaison).

– Approche architecturale des réseaux SDN et rôle de cette approche pour permettre une commande plus souple.

– Éventuelles incidences sur le plan de l'architecture qu'aurait la prise en charge de l'utilisation des technologies IA/ML pour améliorer le fonctionnement du réseau de transport, à l'exclusion du développement d'algorithmes IA/ML.

– Utilisation des réseaux ASON ou SDN pour le rétablissement du réseau.

– Quelles améliorations faut-il apporter au programme de travail concernant la normalisation des réseaux et technologies de transport optiques (OTNT) ou quelle(s) nouvelle(s) Recommandation(s) ou quels mécanismes convient-il d'élaborer pour prendre en compte, dans ce cadre, les aspects nouveaux ou évolutifs des réseaux de transport optiques, leur terminologie générale et leurs caractéristiques de fiabilité/disponibilité?

## K.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Mettre à jour les Recommandations I.326, G.803, G.805, G.8010, G.8110 et G.8110.1.

– Préciser et améliorer les Recommandations G.800, G.807, G.8310, G.872, G.7701, G.7702 et G.7703.

– Étudier l'utilisation des réseaux ASON ou SDN pour le rétablissement du réseau et préciser la relation entre la commutation de protection et les techniques de rétablissement.

– Utilisation des technologies IA et ML dans le réseau de transport.

– Faciliter les échanges au sujet de différentes questions lors des réunions de la CE 15 afin de coordonner les travaux sur le transport optique, y compris l'harmonisation de la terminologie.

– Élaborer, mettre à jour et diffuser régulièrement un programme de travail indiquant les travaux prévus et leurs échéances concernant l'ensemble des nouvelles activités essentielles relatives au réseau de transport optique (programme de normalisation des OTNT).

– Examiner l'application des Recommandations existantes de la CE 17 relatives à la sécurité au réseau de transport en mettant l'accent sur les aspects architecturaux.

– Faciliter les échanges au sujet de différentes questions lors des réunions de la CE 15 afin de coordonner les travaux sur la sécurité.

– Étudier la relation entre l'architecture des systèmes multicanal et l'évolution de l'environnement informatique et de l'environnement de stockage.

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## K.4 Relations

Recommandations

− Recommandations relatives à l'application des technologies IA et ML (par exemple Y.3172)

Questions

− B/15, F/15, I/15, J/15, L/15 et M/15

Commissions d'études

− CE 2 de l'UIT-T sur la gestion des télécommunications

− CE 13 de l'UIT-T – Travaux relatifs aux réseaux SDN, aux technologies IA et ML et aux réseaux IMT-2020/5G

− JCA-IMT-2020 sur la 5G

– CE 20 de l'UIT-T – Besoins découlant de l'IoT

− CE 17 de l'UIT-T

Autres organismes

− IETF sur les questions relatives au plan de commande et à la sécurité

− IEEE 802 sur les questions relatives à l'Ethernet

− OIF sur le plan de commande optique et flex Ethernet ainsi que la sécurité

− ONF sur les réseaux SDN et la sécurité

− Groupes ISG NFV, ISG ENI, ISG SAI de l'ETSI

– 3GPP sur les réseaux IMT-2020/5G

– BBF sur les réseaux IMT-2020/5G

Question L/15

Caractéristiques de synchronisation des réseaux et   
de diffusion de signaux horaires

(Suite de la Question 13/15)

## L.1 Motifs

Il est essentiel de disposer de spécifications concernant les caractéristiques de synchronisation des réseaux afin de pouvoir exploiter correctement les réseaux de transmission numérique, y compris pour la prise en charge, par exemple, des réseaux mobiles. Il est nécessaire d'élaborer des normes sur les caractéristiques de synchronisation des réseaux pour définir la faisabilité de la mise en œuvre d'un service de diffusion de signaux horaires de référence et les moyens les plus efficaces d'y parvenir, notamment sur la diffusion des signaux horaires de précision et de la fréquence.

Il faut poursuivre l'étude de la synchronisation dans les réseaux en mode paquet et les nouveaux réseaux TDM.

Il faut étudier plus avant les prescriptions relatives aux fonctions OAM et aux fonctions de gestion connexes.

Il convient d'examiner les besoins découlant des nouvelles architectures et applications de réseau (par exemple ceux relatifs à l'IoT, aux IMT-2020/5G, à l'évolution des IMT-2020/5G, aux nouvelles applications qui voient le jour et qui peuvent nécessiter une référence de temps précise, par exemple la prise en charge de solutions de sécurité renforcées, etc.). Il peut être nécessaire d'examiner de nouvelles applications ayant des exigences particulièrement strictes en matière de référence de temps (par exemple, les applications liées à la distribution de clés quantiques (QKD)).

Des solutions de synchronisation de réseau robustes et fiables (par exemple celles relatives aux références de synchronisation du système de secours du système mondial de navigation par satellite (GNSS)) doivent être examinées.

La fourniture d'une référence de temps est de plus en plus nécessaire pour répondre aux besoins d'autres secteurs (par exemple, l'automatisation industrielle) qui peuvent s'appuyer sur les solutions de transport et de synchronisation définies au sein de cette commission d'études. Il convient également d'étudier les conséquences des réseaux SDN/de la virtualisation NFV. Il convient d'étudier les améliorations faisant appel à l'intelligence artificielle (IA) et à l'apprentissage automatique (ML) et visant à les mettre en œuvre.

Il convient d'examiner les progrès des technologies liées à la synchronisation de réseau.

De nouvelles technologies ainsi que de nouveaux services et moyens de transmission sont mis en œuvre périodiquement. L'installation, la mise en service et la maintenance des liaisons entre opérateurs doivent être efficaces. Des instruments de test et de mesure sont nécessaires pour les opérations suivantes: installation, recette, mise en service et maintenance des équipements et des réseaux de télécommunication. La mesure d'un même paramètre, effectuée avec des appareils différents, devrait donner des résultats fiables, reproductibles et comparables. Il est nécessaire de revoir en permanence la spécification des équipements de test afin de tenir compte de l'évolution et de l'amélioration des technologies concernant la mesure de la gigue, du dérapage et des signaux horaires de précision.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question:

− Définitions et architecture: G.781, G.810, G.8260, G.8264, G.8265, G.8275.

− Profils PTP: G.8265.1, G.8275.1, G.8275.2.

− Qualité de fonctionnement du réseau: G.8251, G.822, G.823, G.824, G.825, G.8261, G.8261.1, G.8271, G.8271.1, G.8271.2.

− Horloges: G.811, G.811.1, G.812, G.813, G.8262, G.8262.1, G.8263, G.8272, G.8272.1, G.8273, G.8273.2, G.8273.3, G.8273.4.

− Équipements de test: O.171, O.172, O.173, O.174 et O.182.

– Suppléments: G Suppl.65, G Suppl.68.

– Rapports techniques: GSTR‑GNSS.

## L.2 Question

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Quelles sont les spécifications de gigue et de dérapage pour les futures interfaces OTN, par exemple au-delà de 100 Gbit/s?

– Quelles sont les fonctionnalités réseau à prévoir pour offrir des services de diffusion en temps réel de références horaires absolues et/ou assurer la synchronisation de phase? Quelles sont les capacités réseau à prévoir pour prendre en charge les niveaux qualitatifs requis pour telle et telle application utilisateur fonction de l'heure et/ou de synchronisation de phase?

– Comment peut-on améliorer les caractéristiques de synchronisation de réseau en recourant à des messages d'état de synchronisation ou à d'autres techniques?

– Quelles caractéristiques de synchronisation de réseau, en mode normal ou en mode avec dégradation, convient-il de recommander pour les services acheminés sur des réseaux en mode paquet? Dans quelle mesure les résultats obtenus avec diverses méthodes de récupération d'horloge de service dépendent-ils de la synchronisation du point de vue des caractéristiques de service (gigue, dérapage, erreur temporelle, etc.)?

– Comment peut-on fournir des solutions de synchronisation de réseau robustes et fiables (par exemple celles relatives au système de secours du GNSS)? Le concept d'horloge PRTC cohérente est une option qui peut être envisagée: comment la synchronisation temporelle de haute précision peut-elle être utilisée dans ce contexte pour le système de secours du GNSS?

– Quelles avancées des technologies de synchronisation (par exemple, nouveaux types d'horloges) convient-il de prendre en considération dans les solutions globales de synchronisation de réseau?

– Quelles caractéristiques de synchronisation de réseau convient-il de recommander pour les services acheminés sur des réseaux en mode paquet?

– Quelles caractéristiques de synchronisation de réseau convient-il de recommander pour les services acheminés sur des réseaux fondés sur des réseaux de transport métropolitains (MTN)?

– Quelles sont les prescriptions de gigue et de dérapage requises pour des applications de réseau radioélectrique (par exemple, faisceaux hertziens, satellite)?

– Aspects synchronisation liés à la prise en charge de l'exploitation du réseau mobile: Quelles sont les prescriptions de synchronisation relatives à la prise en charge de l'exploitation du réseau mobile (liaisons de raccordement vers l'avant et vers l'arrière par exemple) et des applications correspondantes (par exemple, LTE, LTE-A, IMT‑2020/5G)? Quelles solutions conviennent pour répondre à ces besoins? Comment peut-on améliorer la précision?

– Quelles sont les prescriptions de gigue et de dérapage requises pour les réseaux d'accès (par exemple, DSL, PON, hyperfréquences)?

– Quelles sont les prescriptions de gigue et de dérapage requises pour l'évolution des réseaux OTN et les réseaux MTN?

–Aspects de synchronisation (fréquence, phase et temps) des réseaux en mode paquet, comme Ethernet, MPLS, IP.

– Quel mécanisme peut-on utiliser pour renforcer la sécurité du transport de la référence de temps?

– Aspects de synchronisation liés à de nouvelles applications, par exemple celles concernant l'Internet des objets (IoT) et les mécanismes de sécurité qui dépendent d'une référence de temps précise?

– Aspects de synchronisation en ce qui concerne le transport par le biais de réseaux à satellite?

– Quels sont les besoins en matière de synchronisation des fonctions OAM et des fonctions de gestion?

– Quelles sont les incidences des concepts de réseau SDN/virtualisation NFV pour les architectures et les besoins du réseau de synchronisation?

– Utilisation des technologies IA et ML dans les réseaux de synchronisation?

– Quels instruments et techniques de test et de mesure, manuels ou automatiques, l'UIT-T doit-il spécifier pour évaluer la qualité de transmission et quelles doivent en être les spécifications?

On trouvera ci-après des exemples d'instruments et de techniques qui pourront être étudiés:

– Mesure et évaluation des paramètres et des objectifs de qualité en termes d'erreurs.

– Instruments et techniques de test associés à diverses technologies (par exemple PON, OTN, PNT, systèmes de câbles sous-marins et au-delà de 100 Gbit/s).

– Instruments et techniques de test associés aux technologies de transmission de la couche 1 pour les supports métalliques et optiques comme l'accès 1G, au-delà de 100 Gbit/s.

– Instruments et techniques de test concernant la gigue et le dérapage associés à diverses technologies (par exemple PON, OTN, PNT et au-delà de 100 Gbit/s).

– Instruments et techniques de test associés à diverses modulations de la phase optique (ODB, MDPD et MD-PQD).

– Tenue à jour des Recommandations de la série O.

## L.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Continuer à élaborer des Recommandations relatives au transport de la fréquence dans les réseaux en mode paquet: Recommandations de la série G.826x, notamment G.8260, G.8261, G.8261.1, G.8262, G.8262.1, G.8263, G.8264, G.8265, G.8265.1 et G.8266.

– Continuer à élaborer des Recommandations relatives au transport de la phase et du temps dans les réseaux en mode paquet: Recommandations des séries G.826x et G.827x notamment: G.8260, G.8271, G.8271.1, G.8271.2, G.8272, G.8272.1, G.8273, G.8273.1, G.8273.2, G.8273.3, G.8273.4, G.8275, G.8275.1, G.8275.2.

– Réviser et améliorer les suppléments et rapports techniques connexes: G Suppl.65, G Suppl.68, GSTR‑GNSS.

– Réviser et améliorer les Recommandations G.825 et G.8251.

– Tenir à jour et améliorer les Recommandations de la série G.81x.

– Poursuivre les travaux sur le transport des clients dans les réseaux OTN (par exemple point à point, etc.).

– Étudier la nécessité d'élaborer de nouvelles Recommandations sur les instruments concernant la gigue et le dérapage pour les réseaux en mode paquet (série O), par exemple O.175.

– Étudier la nécessité d'élaborer de nouvelles Recommandations sur les instruments de test de la couche physique associés à diverses modulations de la phase optique (ODB, MDPD et MD-PQD).

− Entreprendre des travaux sur les Recommandations relatives aux fonctions de couche de synchronisation en fréquence et en temps (G.781, G.781.1).

– Entreprendre des travaux sur la synchronisation dans le réseau de transport métropolitain (G.sync-mtn).

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## L.4 Relations

Recommandations

− Q.551, G.703, G.709, G.783, G.798, G.800, G.805, série G.80XX, série G.81XX et série G.83XX

− G.783

Questions

− B/15, C/15, D/15, F/15, H/15, I/15, J/15, K/15 et M/15

Commissions d'études

− CE 2 de l'UIT-T sur la gestion des télécommunications

− CE 13 de l'UIT-T responsable des réseaux futurs, en particulier les IMT-2020, l'informatique en nuage, et les infrastructures de réseau de confiance

− CE 9 de l'UIT-T sur les réseaux câblés à large bande et la télévision

− CE 17 de l'UIT-T sur la sécurité

− CE 20 de l'UIT-T sur l'IoT et les villes et les communautés intelligentes

− CE 4 de l'UIT-R sur les satellites

− CE 5 de l'UIT-R sur les services de Terre

− CE 6 de l'UIT-R sur le service de radiodiffusion

− CE 7 de l'UIT-R sur les services scientifiques

Autres organismes

− ATIS SYNC

− IETF TICTOC

− IETF NTP

− MEF sur l'émulation de circuit sur Ethernet et les mesures de retard de trame

− MEF sur les liaisons de raccordement mobile vers l'arrière et vers l'avant

– MEF sur les services de transport pour les réseaux mobiles

− IEEE 1588

− IEEE 802.3

− IEEE 802.1

− IEEE 802.16 (réseaux MAN sans fil)

− 3GPP RAN, SA

− Broadband Forum

− CEI TC86

− Optical Interworking Forum (OIF)

− ETSI

− ONF

– O-RAN WG4, WG5, WG9

− CPRI

Question M/15

Gestion et commande des systèmes et équipements de transport

(Suite de la Question 14/15)

## M.1 Motifs

La demande de niveaux de fonctionnalités toujours plus perfectionnés des réseaux de transport et la nécessité de répondre aux besoins des divers utilisateurs de ces fonctionnalités ne cessent de croître. Cette situation a favorisé l'évolution et la mise en œuvre de nouveaux modèles de commande et de gestion (par exemple l'application des réseaux pilotés par logiciel (SDN), de l'intelligence artificielle/apprentissage automatique (IA/ML), des réseaux virtuels, de la sécurité et de l'informatique quantique), de sorte que des solutions de protocole d'interface de commande/gestion toujours plus diverses peuvent être déployées dans les réseaux de transport. Les réseaux de transport peuvent être vastes et complexes (par exemple multitechnologies/multicouches, multiprotocoles, multifournisseurs) et la coexistence entre les modèles de commande et de gestion est indispensable pour permettre l'intégration opérationnelle à grande échelle. Étant donné que les ressources de transport sous-jacentes restent les mêmes, indépendamment du ou des modèles utilisés, il devient de plus en plus nécessaire de fournir un modèle d'informations cohérent des ressources de transport, pour permettre l'interopérabilité entre les différents modèles de gestion/commande et les différentes solutions de modèles de données. Compte tenu de ces facteurs, il faudra revoir les Recommandations existantes et élaborer de nouvelles Recommandations concernant la commande et la gestion des ressources du réseau de transport.

L'objectif de la présente Question, qui s'appuie sur les architectures de base du plan des données de transport, y compris média, et sur la commande-gestion (par exemple les réseaux optiques à commutation automatique (ASON) et les réseaux SDN) des Questions K/15 (architectures du réseau de transport), I/15 (transport en mode paquet), J/15 (transport optique) et L/15 (synchronisation), est d'élaborer les spécifications relatives à la commande et la gestion des ressources du réseau de transport et de définir les besoins, les modèles d'informations (IM) indépendants d'un protocole ainsi que des solutions de modèles de données (DM) propres à un protocole pour les fonctionnalités de transport communes et les fonctionnalités de transport propres à une technologie (par exemple réseau de transport métropolitain (MTN), réseau de transport optique (OTN), transport Ethernet et MPLS-TP). Pour faire en sorte que les spécifications soient cohérentes et assurer l'interopérabilité entre les solutions propres à un protocole, il s'agit également, au titre de la présente Question, d'élaborer des lignes directrices permettant de concevoir des solutions DM propres à un protocole par le biais de l'élagage et du réaménagement des modèles IM indépendants d'un protocole, de façon à garantir la cohérence des spécifications DM et leur traçabilité par rapport au modèle IM indépendant d'un protocole. La présente Question vise également à définir les spécifications de l'architecture et les besoins du réseau de communication de données (DCN), y compris les modèles de commande et de gestion. Ces activités seront menées en étroite coopération avec les commissions d'études concernées de l'UIT-T, le TM Forum, l'IEEE, l'IETF, l'ONF, le MEF, le BBF et d'autres organismes de normalisation, le cas échéant.

La mise au point et la diffusion d'outils fondés sur des modèles et l'adoption de méthodologies de développement de logiciels favoriseront l'élaboration de Recommandations sur les modèles d'informations et de données.

Les principales Recommandations suivantes, en vigueur au moment de l'approbation de la présente Question, relèvent de ladite Question: série G.774, G.784, G.874, G.875, G.7710/Y.1701, G.7711/Y.1702, G.7712/Y.1703, série G.7713/Y.1704, série G.7714/Y.1705, série G.7715/Y.1706, G.7716/Y.1707, G.7718/Y.1709, G.7718.1/Y.1709.1, série G.7721, G.8051/Y.1345, série G.8052/Y.1346, G.8151/Y.1374, série G.8152/Y.1375 et I.752.

## M.2 Question

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour permettre la commande et la gestion des ressources propres à chaque technologie de transport, compte tenu de la prise en charge des technologies OTN, MTN, Ethernet, MPLS-TP et de la prise en charge de la gestion du réseau de transport en utilisant les différents modèles de commande et de gestion?

– Comment la gestion du réseau de transport peut-elle utiliser au mieux l'informatique en nuage?

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour assurer la commande et la gestion efficaces et optimisées des ressources du réseau de transport multitechnologies/multicouches et multidomaines, compte tenu de la synchronisation, de l'abstraction et de la virtualisation?

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour permettre d'utiliser les techniques IA/ML pour la gestion et la commande du réseau de transport?

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour permettre la gestion et la commande des techniques de sécurité pour le réseau de transport?

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour permettre la gestion et la commande de l'informatique quantique pour le réseau de transport?

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour utiliser l'informatique quantique pour gérer et commander le réseau de transport?

– Quelles exigences, quels modèles d'informations et quels modèles de données faut-il définir pour gérer les éléments de gestion et de commande (MC)?

– Quelle est l'interaction entre la gestion du réseau de transport et la gestion des réseaux IMT‑2020/5G?

– Quelles exigences de gestion et de commande et quelles solutions indépendantes d'un protocole et propres à un protocole faut‑il définir pour faire en sorte que les équipements de transport utilisent de façon efficace l'énergie électrique dans le réseau sans affecter la fiabilité et la disponibilité de ce dernier?

– Quelles exigences de commande et solutions indépendantes d'un protocole faut-il définir pour assurer une signalisation, un routage et une recherche automatique efficaces dans les réseaux de transport?

Les sujets à étudier sont notamment les suivants (la liste n'est pas exhaustive):

– Exigences indépendantes du protocole et solutions associées indépendantes d'un protocole et propres à un protocole fondées sur l'architecture des composants de commande des réseaux ASON et SDN (englobant les aspects indépendants d'une technologie et propres à une technologie).

– Aspects de gestion des plans de commande, y compris l'interaction entre plan de commande et plan de gestion.

– Aspects de gestion des plans de transport, y compris la prise en charge de la gestion de la souplesse supplémentaire à l'intérieur du réseau de transport en constante évolution.

– Aspects de commande et de gestion génériques des ressources de transport.

– Réseau de transport multicouche, y compris la synchronisation.

– Gestion des techniques IA/ML pour les réseaux de transport.

– Gestion de la sécurité pour les réseaux de transport.

– Gestion et utilisation de l'informatique quantique dans les réseaux de transport.

– Utilisation de l'infrastructure d'informatique en nuage au service d'un système de gestion et de commande (MCS).

– Aspects de commande et de gestion de technologies spécifiques et de leurs applications (telles que la protection); par exemple:

• Ressources du réseau de transport optique (compte tenu de l'évolution des réseaux de transport photonique).

• Ressources de transport Ethernet.

• Ressources du réseau de transport MPLS-TP.

• Ressources du réseau de synchronisation des fréquences et de synchronisation des signaux horaires de précision.

• Gestion de la capacité de la communication de données.

• Gestion de la consommation électrique de l'équipement.

• Réseaux MTN.

## M.3 Tâches

Les tâches sont notamment les suivantes (la liste n'est pas exhaustive):

– Liste des tâches actives:

• Réviser la Recommandation G.874.

• Réviser la Recommandation G.875 (ex. G.874.1), Exigences concernant la gestion de réseau OTN et modèle d'informations indépendant des protocoles.

• Nouvelle Recommandation G.875.x "Modèle de données OTN".

• Nouvelle Recommandation G. 876 "Gestion de média".

• Réviser la Recommandation G.7710/Y.1701, Prescriptions de la fonction de gestion d'équipements communs, y compris les spécifications relatives aux modes d'économies d'énergie et à la synchronisation.

• Réviser la Recommandation G.7711/Y.1702, Modèle d'informations générique indépendant d'un protocole pour les ressources de transport.

• Nouvelle Recommandation G.7711.x/Y.1702.x "Modèle de données générique".

• Réviser la Recommandation G.7712/Y.1703, Réseau de communication de données.

• Réviser les Recommandations G.7714/Y.1705 et G.7714.1/Y.1705.1, Recherche automatique.

• Réviser les Recommandations G.7716/Y.1707, Architecture des opérations dans le plan de commande.

• Réviser les Recommandations G.7718/Y.1709 et G.7719 (ex. G.7718.1/Y.1709.1), Exigences de gestion et modèle d'informations pour les éléments et fonctions de gestion et de commande.

• Réviser la Recommandation G.8051/Y.1345 "Aspects de gestion des éléments de réseau de transport Ethernet".

• Réviser la Recommandation G.8052/Y.1346 "Modèle d'informations indépendant du protocole pour la gestion des éléments de réseau de transport Ethernet".

• Nouvelle Recommandation G.8052.x/Y.1346.x "Modèle de gestion de données pour l'élément de réseau de transport Ethernet".

• Réviser la Recommandation G.8151/Y.1374 "Aspects de gestion des éléments de réseau MPLS‑TP".

• Réviser la Recommandation G.8152/Y.1375 "Modèle d'informations indépendant du protocole pour la gestion des éléments de réseau MPLS‑TP".

• Nouvelle Recommandation G.8152.x/Y.1375.x "Modèle de gestion de données pour l'élément de réseau MPLS-TP".

• Réviser la Recommandation G.7721 "Exigences et modèle d'informations pour la gestion de la synchronisation".

• Nouvelle Recommandation G.7721.1 "Modèle de données pour la gestion de la synchronisation".

• Nouvelle Recommandation G.8350 "Exigences de gestion et modèle d'informations pour les réseaux MTN".

– Liste de tâches de tenue à jour:

• Recommandations de la série G.774

• Recommandation G.784

• Recommandations G.7713/Y.1704 et de la série G.7713.x/Y.1704.x, Gestion répartie des connexions

• Recommandations G.7715/Y.1706 et de la série G.7715.x, Exigences de routage dans les réseaux ASON

L'état actuel d'avancement des travaux au titre de cette Question est indiqué dans le programme de travail de la CE 15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

## M.4 Relations

Recommandations

– Série M (CE 2 de l'UIT‑T), G.800, G.805, G.806, série G.808, G.783, G.798, G.807, G.872, série G.873, G.7044, G.7701, G.7702, G.7703, G.8010, G.8013, G.8021, G.8023, G.8031, G.8032, G.8110.1, G.8113.1, G.8113.2, série G.8121, G.8131, G.8132, G.8310, G.8312, G.8321, G.8331 et Y.1563, Recommandations sur les technologies IA/ML et l'informatique quantique

Questions

− B/15, D/15, F/15, I/15, J/15, K/15 et L/15

Commissions d'études

− CE 2 de l'UIT-T sur la gestion des télécommunications, y compris les technologies IA/ML

− CE 12 de l'UIT-T sur la qualité de fonctionnement, la qualité de service et la qualité d'expérience

− CE 13 de l'UIT-T sur les réseaux SDN, les réseaux IMT-2020 et les technologies IA/ML

− CE 17 de l'UIT-T sur la sécurité, y compris l'informatique quantique

− CE 20 de l'UIT-T sur l'IoT

− UIT-R sur les questions relatives à la gestion du transport

Autres organismes

− Broadband Forum (BBF)

− Groupes ISG de l'ETSI, notamment NFV, SAI, ENI, ZSM

− IEEE 802 sur la gestion Ethernet

− IEEE 1588 sur la gestion de la synchronisation

− Groupes de travail de l'IETF sur l'exploitation et la gestion, le transport et le routage

− MEF sur la gestion Ethernet

− OIF (groupes de travail sur les réseaux, l'exploitation et les opérateurs)

− OMG sur l'UML

− ONF sur les réseaux SDN et le modèle d'informations générique

− TM Forum sur les spécifications des interfaces de gestion au niveau réseau (aspects MTNM, MTOSI, TIP et ZOOM)

− W3C sur le XML

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_