



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

# UIT-T G.7714.1/Y.1705.1

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

(04/2003)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE  
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX  
NUMÉRIQUES

Équipements terminaux numériques – Fonctionnalités de  
gestion, d'exploitation et de maintenance des  
équipements de transmission

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE  
L'INFORMATION ET PROTOCOLE INTERNET

Aspects relatifs au protocole Internet – Gestion,  
exploitation et maintenance

---

**Protocole d'exploration automatique dans les  
réseaux à hiérarchie numérique synchrone et  
les réseaux de transport optiques**

Recommandation UIT-T G.7714.1/Y.1705.1

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G  
**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES**

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION - ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
Généralités	G.7000–G.7099
Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage	G.7100–G.7199
Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC	G.7200–G.7299
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires	G.7300–G.7399
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre	G.7400–G.7499
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé	G.7500–G.7599
Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique	G.7600–G.7699
<b>Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission</b>	<b>G.7700–G.7799</b>
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone	G.7800–G.7899
Autres équipements terminaux	G.7900–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

# Recommandation UIT-T G.7714.1/Y.1705.1

## Protocole d'exploration automatique dans les réseaux à hiérarchie numérique synchrone et les réseaux de transport optiques

### Résumé

La présente Recommandation décrit les méthodes, les procédures et les mécanismes du plan transport applicables à l'exploration de contiguïté de couches dans le réseau ASON selon les prescriptions de la Rec. UIT-T G.7714/Y.1705 et l'architecture exposée dans la Rec. UIT-T G.8080/Y.1304. L'exploration de contiguïté de couches décrit le processus consistant à explorer les relations entre les points terminaux des connexions de liaison et à en vérifier la connectivité. Deux méthodes différentes sont présentées, l'une utilisant un appareil d'essai dans la couche client, l'autre mettant à contribution le surdébit dans la bande dans la couche serveur. Les actions supplémentaires à réaliser éventuellement pour obtenir l'exploration de contiguïté de support physique, l'établissement d'une contiguïté logique entre entités de commande, la capacité de service, etc. seront l'objet de futures Recommandations.

### Source

La Recommandation G.7714.1/Y.1705.1 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 22 avril 2003 selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

### Historique du travail de révision

Version	Date	Note
0.1	Mai 2002	Projet initial avec titre, résumé et domaine d'application.
0.2	Juin 2002	Y ont été ajoutés la table des matières et des extraits des contributions 118 et 131 soumises à la réunion T1X1 de juin, (voir <a href="http://www.t1.org/t1x1/_x1-grid.htm">http://www.t1.org/t1x1/_x1-grid.htm</a> ).
0.3	Octobre 2002	Projet de révision basée sur la réunion des experts de la Q14/15 à Ottawa. Définition des mécanismes d'exploration de contiguïté de couches.
0.4	Décembre 2002	Projet de révision basée sur les discussions par courrier électronique sur la Q14 entre octobre et décembre.
1.0	Janvier 2003	Projet final pour accord.

### Mots clés

Autodécouverte, découverte de contiguïté de couches, réseau de transport à commutation automatique (ASTN), réseau optique à commutation automatique (ASON), ressources de réseaux.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2003

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions ..... 2
4	Abréviations..... 2
5	Méthodologie de l'exploration ..... 4
6	Mécanismes pour l'exploration de contiguïté de couches ..... 5
7	Attributs utilisés dans la contiguïté de couches..... 5
8	Contiguïté de couches basée sur la chaîne de traces des chemins..... 6
8.1	Formats des messages d'exploration..... 7
9	Contiguïté de couches basée sur les messages du canal de commande intégrée..... 10
9.1	Mécanisme basé sur la procédure LAPD ..... 10
9.2	Mécanisme basé sur le protocole PPP ..... 11
10	Procédures ..... 11
11	Message de réponse d'exploration ..... 11
11.1	Détection d'un mauvais câblage ..... 13
11.2	Détection d'une mauvaise connexion ..... 13
Appendice I – Exemple d'implémentation de la procédure d'exploration ..... 13	
I.1	Flux d'informations concernant l'exploration de contiguïté de couches ..... 13
Appendice II – Détection d'un mauvais câblage ..... 15	
II.1	Procédures d'autoexploration ..... 15
II.2	Exemple: interaction entre deux DA utilisant des formats de message d'exploration différents..... 20
Appendice III – Exemple de message de réponse d'exploration utilisant un mécanisme GMPLS..... 21	
Appendice IV – Exemples d'implémentation d'exploration de contiguïté de couches ..... 23	
Appendice V – Exemple de codage d'un message dans la bande ..... 23	



## **Recommandation UIT-T G.7714.1/Y.1705.1**

### **Protocole d'exploration automatique dans les réseaux à hiérarchie numérique synchrone et les réseaux de transport optiques**

#### **1 Domaine d'application**

La présente Recommandation décrit les méthodes, les procédures et les mécanismes du plan transport applicable à l'exploration de contiguïté de couches dans le réseau ASON selon les prescriptions de la Rec. UIT-T G.7714/Y.1705 et l'architecture exposée dans la Rec. UIT-T G.8080/Y.1304. L'exploration de contiguïté de couches décrit le processus consistant à explorer les relations entre les points terminaux des connexions de liaison et à en vérifier la connectivité. Deux méthodes différentes sont présentées, l'une utilisant un appareil d'essai dans la couche client, l'autre mettant à contribution le surdébit dans la bande dans la couche serveur. Les actions supplémentaires à réaliser éventuellement pour obtenir l'exploration de contiguïté de support physique, l'établissement d'une contiguïté logique entre entités de commande, la capacité de service, etc. seront l'objet de futures Recommandations.

Les équipements élaborés avant la diffusion de la présente Recommandation n'ont pas à être conformes à ces dispositions.

#### **2 Références normatives**

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en font parties intégrantes. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence dans la présente Recommandation à un document donné ne confère pas à ce dernier, en tant que document en soit, le statut d'une recommandation.

- Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2000), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces pour le réseau de transport optique.*
- Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générale des réseaux de transport.*
- Recommandation UIT-T G.807/Y.1302 (2001), *Prescriptions relatives au réseau de transport à commutation automatique.*
- Recommandation UIT-T G.831 (2000), *Capacités de gestion des réseaux de transport à hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T G.872 (2001), *Architecture des réseaux de transport optiques.*
- Recommandation UIT-T M.3000 (2000), *Aperçu général des Recommandations relatives au réseau de gestion des télécommunications.*
- Recommandation UIT-T M.3010 (2000), *Principes des réseaux de gestion des télécommunications.*
- Recommandation UIT-T G.7712/Y.1703 (2003), *Architecture et spécification des réseaux de communication de données.*

- Recommandation UIT-T G.7714/Y.1705 (2001), *Techniques d'exploration automatique généralisée*.
- Recommandation UIT-T G.8080/Y.1304 (2001), *Architecture des réseaux optiques à commutation automatique (ASON)*.
- Recommandation UIT-T G.8080/Y.1304 (2001), Amd. 1 (2003), *Architecture des réseaux optiques à commutation automatique (ASON)*.

### 3 Définitions

**3.1** La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.805:

- a) adaptation;
- b) liaison;
- c) connexion de liaison;
- d) connexion de sous-réseau (SNC);
- e) chemin.

**3.2** La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.8080/Y1304:

- a) agent d'exploration;
- b) politique;
- c) exécuter d'adaptation de terminaison (TAP).

**3.3** La présente Recommandation utilise le terme suivant défini dans la Rec. UIT-T G.7714/Y.1705:

- a) échange de capacité de service.

**3.4** La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.4.1 TCP-ID local:** TCP-ID ayant une signification locale pour l'agent d'exploration transmettant les messages d'exploration.

**3.4.2 CP-ID local:** CP-ID ayant une signification locale pour l'agent d'exploration transmettant les messages d'exploration.

### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AITs	service de transfert d'information avec accusé de réception ( <i>acknowledged information transfer service</i> )
API	identificateur de point d'accès ( <i>access point identifier</i> )
ASON	réseau optique à commutation automatique ( <i>automatically switched optical network</i> )
CP	point de connexion ( <i>connection point</i> )
DA ID	identificateur d'agent d'exploration ( <i>discovery agent identifier</i> )
DA	agent d'exploration ( <i>discovery agent</i> ), appelé également dans la Rec. UIT-T G.7714/Y.1705 type d'entité de commande
DCC	canal de communications de données ( <i>data communications channel</i> ) (ECC en SDH)
DM	message d'exploration ( <i>discovery message</i> )



ECC	canal de commande intégré ( <i>embedded control channel</i> ) (voir la Rec. UIT-T G.7712/Y.1703)
GCC	canal de communication générale ( <i>general communications channel</i> ) (ECC dans le réseau OTN)
GMPLS	signalisation généralisée multiprotocole avec étiquette ( <i>generalized multi-protocol label signalling</i> )
HDLC	SDH: commande de liaison de données à haut niveau ( <i>SDH: high-level data link control</i> )
HOVC	SDH: conteneur virtuel d'ordre supérieur ( <i>SDH: higher order virtual container</i> )
LAD	exploration de contiguïté de couches ( <i>layer adjacency discovery</i> )
LAPD	procédure d'accès de liaison sur canal D ( <i>link access procedure D-channel</i> )
LCP	protocole de commande de liaison ( <i>link control protocol</i> )
LLCF	fonction de convergence des couches liaison ( <i>link layer convergence function</i> )
LOVC	SDH: conteneur virtuel d'ordre inférieur ( <i>SDH: lower order virtual container</i> )
LRM	gestionnaire de ressource de liaison ( <i>link resource manager</i> )
MS	section multiplex ( <i>multiplex section</i> )
ODUK	OTN: unité k de données sur le canal optique ( <i>OTN: optical channel data unit-k</i> )
OTUk	OTN: unité k de transport sur le canal optique, complètement normalisée ( <i>OTN: completely standardized optical channel transport unit-k</i> )
PC	contrôleur de protocole ( <i>protocol controller</i> )
PM	OTN: octet de contrôle de trajet ( <i>OTN: path monitoring byte</i> )
PPP	protocole point à point
RCD	réseau de communication de données
RS	SDH: section de régénération ( <i>SDH: regenerator section</i> )
SAPI	identificateur du point d'accès à la source ( <i>source access point identifier</i> )
SM	OTN: contrôle de section ( <i>OTN: section monitoring</i> )
SNC	connexion de sous-réseau ( <i>subnetwork connection</i> )
TAP	exécuteur d'adaptation de terminaison ( <i>termination and adaptation performer</i> )
TCP	point de connexion de terminaison ( <i>termination connection point</i> )
TCP-ID	identificateur du point de connexion de terminaison ( <i>termination connection point identifier</i> )
TT	terminaison de chemin ( <i>trail termination</i> )
UITS	service de transfert d'information sans accusé de réception ( <i>unacknowledged information transfer service</i> )

## 5 Méthodologie de l'exploration

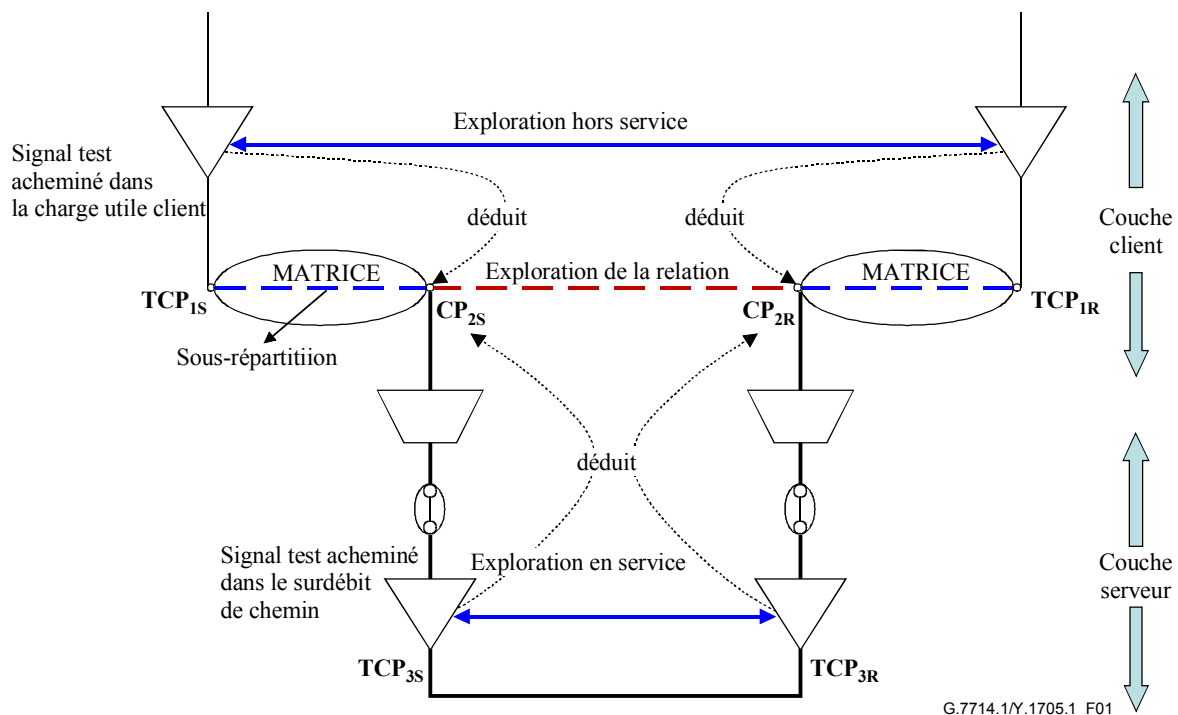
La méthodologie de l'exploration recourt aux processus et procédés définis dans les paragraphes ci-après pour déterminer la relation d'un TCP à un TCP. Une fois cette opération faite, on peut en déduire, grâce à l'emploi d'informations locales, les relations de connectivité d'un CP à un CP. Il existe deux méthodes d'exploration qui sont les suivantes:

a) *exploration en service*

Dans le cadre de ce processus, le surdébit sur le chemin des couches serveur sert à explorer les points TCP homologues (c'est-à-dire dans la Figure 1 de TCP<sub>3S</sub> à TCP<sub>3R</sub>). Il sert également à transporter le message d'exploration. Les relations CP/CP sont déduites des relations de TCP/TCP par l'utilisation d'informations locales concernant la configuration de la fonction d'adaptation et de sa relation avec la fonction de terminaison de chemin (TT, *trail termination*).

b) *exploration hors service*

Dans le cadre de cette procédure, on utilise un signal test pour explorer les TCP homologues (par exemple dans la Figure 2, de TCP<sub>1S</sub> à TCP<sub>1R</sub>). La relation CP/CP est déduite des informations locales concernant la connexion matricielle qui a été établie auparavant pour connecter le signal test au CP souhaité (indiqué dans la Figure 1). Par rapport à la procédure d'exploration en service, cette méthode ne peut être utilisée que si la connexion de liaison n'achemine aucun trafic client.



**Figure 1/G.7714.1/Y.1705.1 – Entités dans les procédures d'exploration en service et hors service**

La méthodologie de l'exploration, qui comprend les éléments d'information, les formats de message et les mécanismes de transport, décrite dans le paragraphe ci-dessous est identique pour l'une et l'autre procédures.

## 6 Mécanismes pour l'exploration de contiguïté de couches

Les mécanismes destinés à l'exploration de contiguïté des couches s'appliquent couche par couche. Il existe différents mécanismes à l'intérieur de chacun des réseaux de couches sur lesquels se fonde la procédure d'exploration. Ces mécanismes peuvent réutiliser les canaux de communication intégrée disponibles pour la couche donnée. Les mécanismes ci-après sont applicables aux réseaux de couches SDH:

- couche RS: à l'intérieur de la couche RS, la trace de section J0 et le canal section DCC peuvent être utilisés pour procéder à l'exploration de la contiguïté TCP/TCP dans la section RS;
- couche MS: à l'intérieur de la couche MS, le canal section DCC multiplexe peut être utilisé pour procéder à l'exploration de la contiguïté TCP/TCP dans la section MS;
- couche HOVC: à l'intérieur de la couche HOVC, la trace J1 de la couche de chemin d'ordre supérieur peut être utilisée pour procéder à l'exploration de la contiguïté TCP/TCP dans le conteneur HOVC;
- couche LOVC: à l'intérieur de la couche LOVC, la trace J2 de la couche de chemin d'ordre supérieur peut être utilisée pour procéder à l'exploration de la contiguïté TCP/TCP dans le conteneur LOVC.

Les mécanismes ci-après sont applicables aux réseaux de couches OTN:

- couche OTUk: à l'intérieur de la couche OTUk, l'octet de contrôle de la section SM et le canal GCC0 peuvent être utilisés pour procéder à l'exploration de la contiguïté dans l'unité OTUk. Plus précisément, le sous-champ SAPI à l'intérieur du contrôle SM est utilisé pour acheminer le message d'exploration;
- couche ODUk: à l'intérieur de la couche ODUk, l'octet de contrôle du trajet PM et les octets GCC-1 et GCC-2 peuvent être utilisés pour procéder à l'exploration de la contiguïté dans l'unité ODUk. Plus précisément, le sous-champ SAPI à l'intérieur de l'octet PM sert à acheminer le message d'exploration.

## 7 Attributs utilisés dans la contiguïté de couches

### – Caractère distinctif

Le caractère "+" est utilisé comme caractère distinctif, dans le but d'éviter de confondre le format de la chaîne de traces du chemin SONET/SDH/OTN avec un autre format facultatif, par exemple celui qui est spécifié dans l'Appendice I/G.831.

### – Identificateur d'agent d'exploration

L'identificateur DA ID ne doit pas avoir d'équivalent dans le contexte de la liaison qui est en train d'être explorée. Il en existe deux représentations différentes: une adresse DA et un nom DA.

### – Adresse de l'agent d'exploration

Deux attributs sont définis pour mettre en œuvre l'adresse DA, à savoir:

- **ID du contexte du RCD (DCN Context ID)**

Cet identificateur représente un numéro attribué (à l'échelle mondiale de préférence). Cet attribut peut être utilisé en même temps que l'attribut adresse du RCD pour garantir le caractère unique de l'attribut DA ID. Si les agents d'exploration expéditeurs et receveurs, situés à chaque extrémité de la liaison, se situent à l'intérieur de contextes RCD différents, mais utilisent les mêmes adresses RCD, il est possible qu'ils soient dans l'incapacité de communiquer.

- **Adresse RCD du DA (DA DCN Address)**

Cet attribut représente l'adresse utilisée pour identifier l'agent d'exploration.

- **Nom de l'agent d'exploration**

C'est un nom qui peut être converti en DA Address.

- **TCP-ID**

L'identificateur TCP-ID contient l'identificateur du TCP qui est en train d'être exploré; son intérêt est purement local, dans le cadre du DA.

## **8 Contiguïté de couches basée sur la chaîne de traces des chemins**

Les octets de traces des chemins (Jx dans le réseau SDH ou TTI dans le réseau OTN) constituent un mécanisme pour acheminer un message dont la longueur est de 16 octets. Chaque octet de trace comprend un bit de début de message et sept bits de "charge utile". Le bit de début de message est déterminé pour le premier octet du message, et libre pour tous les autres octets. La charge utile du premier octet de trace est réservée et destinée à acheminer un CRC de sept bits pour le message dans le réseau SDH, et est mis tout à zéro dans le réseau OTN. La charge utile du deuxième octet et des octets suivants est l'identificateur de point d'accès (API, selon la définition de la Rec. UIT-T G.831), qui spécifie deux formats différents:

- a) un format E.164 à un, deux ou trois caractères;
- b) un indicatif de pays ISO 3166 à deux ou trois caractères, avec une extension propre à chaque pays.

Tous les caractères sont des caractères alphanumériques empruntés à la version de référence internationale (à sept bits) définie dans la Rec. UIT-T T.50 (avec des NULL ou des SPACE). En conséquence, le deuxième octet se limite actuellement aux caractères suivants:

- A-Z;
- a-z;
- 0-9.

La présente Recommandation définit un troisième type de format, qui se différencie de ceux qui sont spécifiés dans la Rec. UIT-T G.831 en mettant dans le deuxième octet du message<sup>1</sup> un caractère non numérique et non alphabétique. Les 14 octets restants servent à transporter les informations nécessaires au sens de la Rec. UIT-T G.7714/Y.1705, à savoir les identificateurs DA ID et TCP-ID; ces 14 octets fournissent 84 bits pour les données d'exploration.

Comme les identificateurs DA ID et TCP-ID sont en principe des nombres, on utilise une méthode pour coder ces nombres en caractères imprimables. Le codage Base64, défini dans la Norme RFC 2045 de l'IETF, constitue une méthode relativement efficace pour représenter six bits d'information en un caractère imprimable, ce qui permet d'utiliser les interfaces fonctionnelles existantes pour fournir le message d'exploration lorsque cela est nécessaire. Cela donne 3 quartets ou 12 bits tous les deux caractères imprimables.

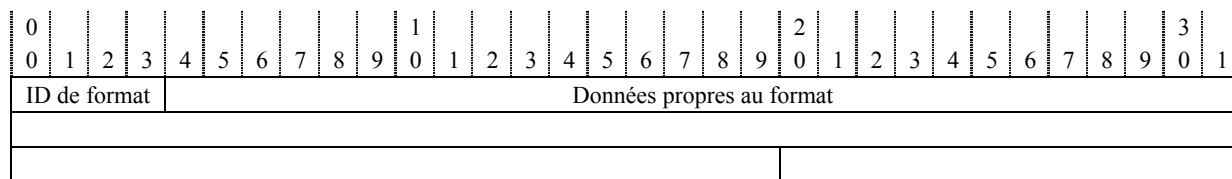
La Figure 2 présente l'ensemble du format J0/J1/J2 ou SAPI de 16 octets et indique comment le message d'exploration (DM, *discovery message*) est formaté par rapport à l'identificateur de point d'accès (API, *access point identifier*) de la Rec. UIT-T G.831.

---

<sup>1</sup> Voir l'Appendice IV pour les cas exigeant l'utilisation de caractères imprimables.



Pour en faciliter la configuration, on utilisera le format de message général présenté dans la Figure 3 ci-dessous: 4 bits sont consacrés à l'identificateur de format et 80 bits sont affectés aux données propres au format.



**Figure 3/G.7714.1/Y.1705.1 – Format de message d'exploration général**

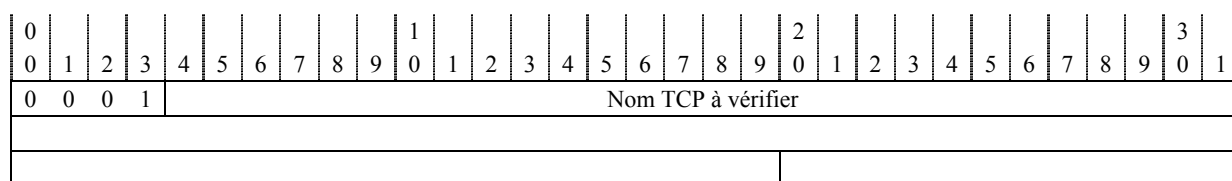
La présente Recommandation définit les formats 1, 2 et 3. D'autres formats pourront être proposés ultérieurement. Si le message d'exploration qui est reçu comporte des ID de format inconnus, il devra être ignoré.

### 8.1.1 Format de nom de TCP

Le format de nom de TCP comporte un nom de TCP. Les agents d'exploration expéditeurs et receveurs font partie d'une fédération qui met à disposition un serveur de noms, permettant à un nom d'être réduit, de manière distincte, en une adresse RCD d'agent d'exploration et un TCP-ID. L'espace nom (namespace) peut être subdivisé en différents serveurs de noms qui sont chargés de réduire les noms à l'intérieur des parties de l'espace nom attribuées. Le format du nom est défini par le contexte du serveur de noms, et n'est pas spécifié ici.

L'expéditeur et le receveur doivent avoir une connaissance a priori du contexte commun applicable au nom. Ce contexte définit la méthode permettant de lire de manière distincte le nom. La méthode pour réduire le nom reçu en adresses de l'agent d'exploration distant et en TCP-ID distant n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation. L'adresse du serveur de noms qui procède à la réduction est un attribut "bien connu" dont la portée est adaptée à chaque chemin. Cela signifie que le serveur de noms peut être différent pour chaque chemin indiqué à l'extrémité d'un message d'exploration.

Le message d'exploration à utiliser avec le format de nom TCP-ID est indiqué dans la Figure 4: 4 bits sont consacrés à l'ID de format et 80 bits sont affectés au nom TCP.



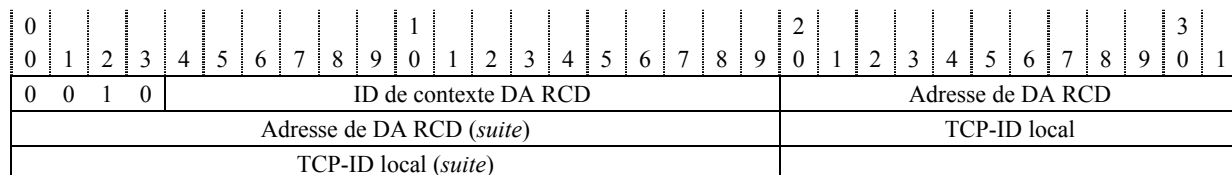
**Figure 4/G.7714.1/Y.1705.1 – Format de message de nom TCP-ID**

Cette méthode permet de cacher la répartition interne des agents d'exploration à l'agent d'exploration récepteur. Elle permet par ailleurs à un agent d'exploration de gérer les espaces de noms TCP-ID qui ont plus de 32 bits.

### 8.1.2 Format de l'adresse DA RCD

Le format de l'adresse DA RCD contient les valeurs des DA ID et TCP-ID qui sont applicables. Le DA ID se compose d'un ID de contexte RCD<sup>2</sup> et de l'adresse RCD de l'agent d'exploration expéditeur. Dans le reste du message figure un TCP-ID, qui revêt une importance locale pour l'agent d'exploration qui transmet le message d'exploration, l'identificateur en question étant appelé TCP-ID local.

Le message d'exploration à utiliser avec le format de l'adresse DA RCD est indiqué à la Figure 5: 4 bits y sont consacrés à l'ID de format, 16 bits à l'ID de contexte DA RCD, 32 bits à l'adresse DA RCD et 16 bits au TCP-ID.



**Figure 5/G.7714.1/Y.1705.1 – Format du message d'adresse DA RCD**

L'utilisation de ce format est recommandée lorsque la répartition des agents d'exploration n'est pas cachée, et que les adresses RCD ainsi que les TCP-ID utilisés par un agent d'exploration peuvent entrer à l'intérieur de 32 bits.

### 8.1.3 Format du nom DA RCD

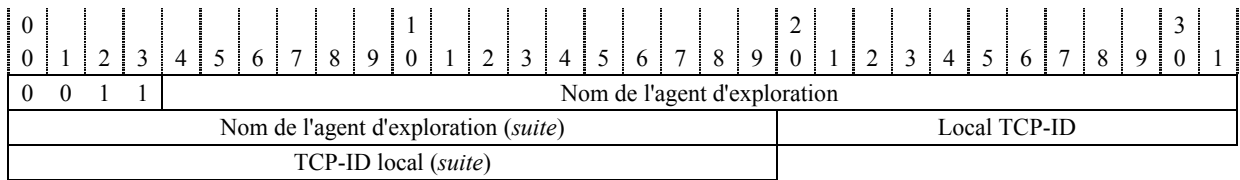
Comme le format de l'adresse RCD, le format du nom DA RCD contient les valeurs du DA ID et du TCP-ID, mais, contrairement à lui, le DA ID qui le contient a la forme d'un nom de RCD. Un serveur de noms doit donc être utilisé pour traduire le nom du RCD et le convertir en l'adresse RCD de l'agent d'exploration.

Comme dans le cas du format du nom du TCP-ID, les agents d'exploration expéditeur et receveur font partie d'une fédération qui met à disposition un nom de serveur permettant à un nom d'être réduit de manière distincte en adresse du RCD de l'agent d'exploration et en un TCP-ID. L'espace nom peut être subdivisé entre différents serveurs de noms qui sont chargés de réduire les noms à l'intérieur des parties du nom espace attribuées. Le format du nom est défini par le contexte du serveur de noms, et n'est pas spécifié ici.

Dans le reste du message figure le TCP-ID local, qui revêt une importance locale pour l'agent d'exploration qui transmet le message d'exploration.

Le message d'exploration à utiliser avec le format du nom DA RCD est indiqué à la Figure 6. Quatre bits y sont consacrés à l'ID du format, 48 bits à l'adresse DA RCD et 16 bits au TCP-ID.

<sup>2</sup> L'ID du contexte RCD définit le contexte de l'adresse RCD de réception. Cette valeur est comprise dans le message d'exploration pour aider à déterminer la procédure d'exploration et n'est pas interprétée par l'agent d'exploration receveur. Si les agents d'exploration expéditeur et receveur, à chaque extrémité de la liaison, se trouvent à l'intérieur de contextes RCD différents, mais utilisent les mêmes adresses RCD, ils peuvent être dans l'incapacité de communiquer. L'ID en question peut être, par exemple, un numéro AS Internet de 2 octets défini dans la Norme RFC 1930. Si l'ID de contexte RCD n'a pas été configuré, on utilise alors la valeur 0.



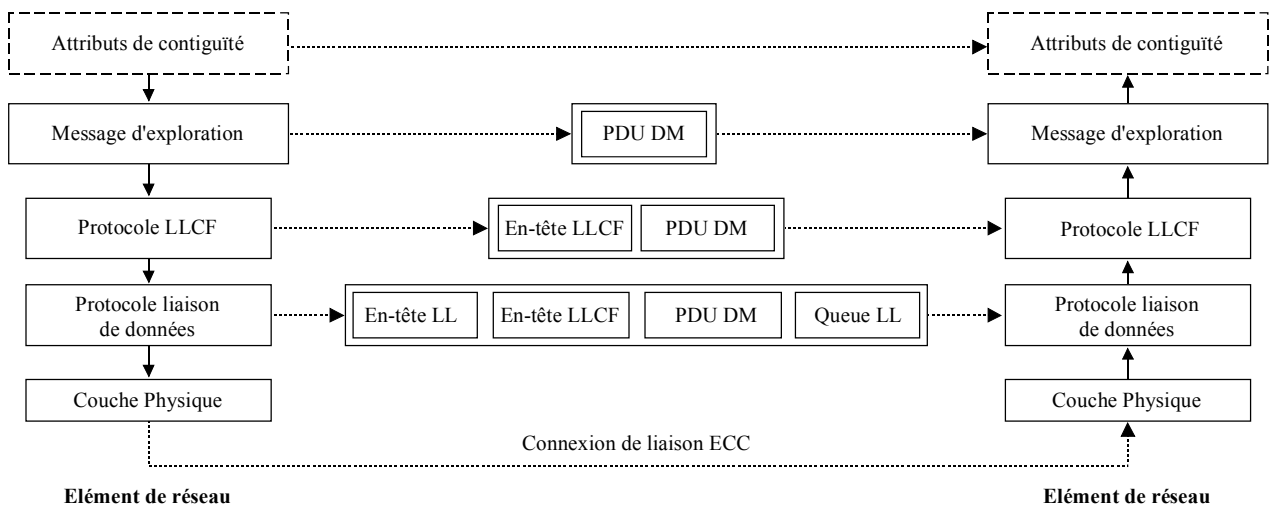
**Figure 6/G.7714.1/Y.1705.1 – Format du message du nom DA RCD**

Contrairement au format du nom TCP-ID, l'agent d'exploration responsable de la valeur du TCP-ID indiqué dans ce format du message d'exploration n'est pas caché. L'utilisation de ce format est recommandée lorsque les TCP-ID utilisés par un agent d'exploration peuvent entrer à l'intérieur de 32 bits, contrairement à l'adresse DA RCD. Ce format permet par ailleurs de reconfigurer de façon indépendante les adresses RCD utilisées pour atteindre le DA.

## 9 Contiguïté de couches basée sur les messages du canal de commande intégrée

Il y a deux fonctions à exécuter pour procéder à l'exploration de contiguïté des couches basées sur le canal de commande intégrée (ECC, *embedded control channel*): la fonction de convergence des couches de la liaison ECC et la fonction de commande du protocole d'exploration de contiguïté des couches. Les messages correspondants sont appliqués à la contiguïté des couches spécifiques qui est en train d'être explorée. On notera que l'ECC est fournie par un mécanisme technologico-spécifique, mentionné dans le § 6.

La Figure 7 illustre l'en-tête et les informations de données comprises par chaque couche.



G.7714.1/Y.1705.1\_F07

**Figure 7/G.7714.1/Y.1705.1 – Fonctions d'exploration de contiguïté des couches revêtant une importance pour les messages ECC**

Deux mécanismes sont disponibles à l'ECC en fonction du protocole des couches liaison qui est mis en œuvre.

### 9.1 Mécanisme basé sur la procédure LAPD

La Rec. UIT-T G.784 prévoit que les services tant AITS qu'UITS sont pris en charge par chaque élément de réseau, afin qu'ils puissent être utilisés simultanément sur un seul et même canal ECC. La fonction LLCF utilise le service UITS selon la procédure LAPD pour le transport des informations relatives à l'exploration de contiguïté des couches. L'interface entre la LLCF et la LAPD utilise les primitives DL\_UNIT DATA pour demander la transmission de trames



d'information sans numéro. Ces informations sont transférées entre entités homologues à l'aide du message utilisé dans le transport par protocole PPP.

L'envoi de primitives DL\_UNIT DATA peut intervenir à n'importe quel moment et n'a aucune incidence sur l'automate d'état LAPD, ce qui permet à la couche réseau OSI/IP de continuer d'utiliser, au besoin, le service AITS. En conséquence, les messages d'exploration peuvent être envoyés même dans les cas où il n'existe qu'une liaison unidirectionnelle, ou qu'un problème affecte une connexion bidirectionnelle.

La charge utile de cette chaîne doit correspondre à la définition donnée pour la trace (§ 8) et doit être adaptée à des récepteurs PPP.

## **9.2 Mécanisme basé sur le protocole PPP**

L'échange de messages par protocole PPP doit être conforme aux dispositions de la norme RFC 1570 et de la Rec. UIT-T G.7712/Y.1703 (RFC 1661 et RFC 1662), le message d'identification utilisé (point-code LCP 12) étant défini dans la norme RFC 1570. La charge utile de cette chaîne doit être conforme à celle qui est définie pour la trace (§ 8) et doit être adaptée à des récepteurs LAPD.

## **10 Procédures**

Les méthodes et procédures d'exploration décrites dans le présent paragraphe sont indépendantes du mécanisme de transport. La procédure applicable à l'exploration de la continuité de couches se présente comme suit:

- 1) l'agent d'exploration qui lance la procédure transmet le message d'exploration, mentionnant les attributs à l'aide d'un des formats définis au § 8.1;
- 2) dès réception d'un message d'exploration formaté de façon appropriée, le DA répondant procède à une vérification pour déterminer si le message est applicable à l'aide du caractère distinctif, afin de le valider;
- 3) après avoir déterminé que le message reçu est un message d'exploration, le DA répondant détermine si les valeurs reçues ont un caractère unique par rapport au voisin déjà exploré.
  - 3.1 Si le format ID = 1, un serveur de noms doit être utilisé pour déterminer l'adresse DA RCD et le TCP-ID.
  - 3.2 Si le format ID = 2, aucune autre traduction d'adresse n'est alors nécessaire.
  - 3.3 Si le format ID = 3, une traduction d'adresse est alors nécessaire pour le nom DA RCD.
- 4) création d'un message de réponse d'exploration.

## **11 Message de réponse d'exploration**

Lorsque l'agent d'exploration reçoit le message d'exploration pour la première fois, il peut notifier à l'agent d'exploration d'origine que le message a été reçu sur une terminaison de chemin associée à un TCP particulier; ce TCP, appelé Discovery Sync TCP, est identifié dans la réponse par les informations d'exploration qui sont de fait envoyées sur le TCP. D'autres attributs facultatifs peuvent être inclus dans le cadre d'une implémentation.

**Tableau 1/G.7714.1/Y.1705.1 – Attributs d'un message de réponse d'exploration**

<Received DA DCN ID>	DA RCD ID contenu dans le message d'exploration reçu
<Received TCP-ID>	Identificateur de TCP contenu dans le message d'exploration reçu
<Sent DA DCN ID>	DA RCD ID en cours d'envoi par l'agent d'exploration répondant
<Sent Tx TCP-ID>	TCP-ID en cours d'envoi par l'agent d'exploration répondant
<Sent Rx TCP-ID>	Identificateur de TCP à propos duquel le message d'exploration a été reçu

Le champ identificateur DA RCD reçu est compris dans la réponse d'exploration si la condition suivante est satisfaite: le message d'exploration reçu comprend un identificateur DA RCD. Si l'identificateur DA RCD est un nom RCD, ce nom doit être copié exactement dans le message de réponse et ne doit pas être traduit lorsqu'il est envoyé dans la réponse d'exploration. Cet attribut n'est pas compris si un identificateur DA RCD n'est pas inclus dans le message d'exploration reçu (c'est-à-dire le format TCP-ID est utilisé).

Le champ identificateur DA RCD envoyé est inclus dans la réponse d'exploration si la condition suivante est satisfaite: le format du message d'exploration en cours d'envoi sur le Discovery Sync TCP comprend un identificateur RCD. L'identificateur DA RCD envoyé contiendra le même DA RCD ID qui a été envoyé sur le Discovery Sync TCP. Cet attribut n'est pas compris si l'identificateur DA RCD n'est pas inclus dans le message d'exploration qui est en train d'être envoyé sur le Discovery Sync TCP.

Le TCP-ID reçu est l'identificateur TCP reçu dans le message d'exploration. Le format du TCP-ID est déterminé par le format du message d'exploration qui a été reçu.

Le TCP-ID Tx envoyé est l'identificateur de TCP qui est en train d'être envoyé dans le message d'exploration sur le Discovery Sync TCP. Le format de cet identificateur est déterminé par le format du message d'exploration qui est en train d'être envoyé.

Le TCP-ID Rx envoyé est l'identificateur TCP correspondant au côté réception du Discovery Sync TCP. Le format de cet identificateur est identique à celui du TCP-ID Tx envoyé. Ce dernier doit toujours être envoyé avec des liaisons bidirectionnelles, ce qui permet à des TCP-ID différents d'être utilisés pour les directions Tx et Rx sur un chemin. Il doit être également envoyé lorsque les TCP-ID Tx et Rx sont les mêmes. Cet attribut ne doit pas être envoyé dans le cas d'un point terminal de TCP unidirectionnel.

L'adresse RCD de l'agent d'exploration auquel est envoyé le message de réponse d'exploration sera déterminée à partir du DA RCD ID reçu dans le message d'exploration. Si le format du message d'exploration reçu ne comprend pas un DA RCD ID, on doit alors en déduire qu'une fonction de serveur de noms a été mise en œuvre pour permettre de vérifier l'adresse RCD en fonction du TCP-ID reçu.

Lorsque le DA RCD ID reçu dans un message d'exploration est un nom, on peut alors en déduire qu'une fonction de serveur de noms a été mise en œuvre pour permettre à l'adresse RCD d'être vérifiée par rapport au DA RCD ID reçu. Toutefois, si le DA RCD ID reçu contient une adresse RCD, cette adresse RCD doit alors être utilisée directement.

## **11.1 Détection d'un mauvais câblage**

Lorsqu'un message d'exploration a été reçu sur une ressource et qu'un message de réponse d'exploration décrivant cette même ressource est reçu via le RCD, il est possible de corréler les messages et de déterminer s'il existe une liaison bidirectionnelle. Si le TCP-ID correspondant au point terminal distant de la connexion de liaison n'est pas le même dans les deux messages, il y a alors un problème de câblage. Si le TCP-ID est le même, cela signifie que la paire de signaux transmission/réception a été convenablement acheminée. La procédure correspondante est décrite en détail dans l'Appendice II ci-après.

## **11.2 Détection d'une mauvaise connexion**

Lorsqu'une liaison bidirectionnelle a été explorée, elle devrait être vérifiée par rapport aux dispositions prises en matière de gestion pour déterminer si les points terminaux corrects de la connexion de liaison TCP ont été correctement connectés. Si, selon les dispositions prévues, les points terminaux de la connexion de liaison TCP ne peuvent pas être appariés pour former une liaison, c'est qu'on est en présence d'un problème de connexion. En l'absence de toute disposition, il n'est pas possible de déterminer le problème.

# **Appendice I**

## **Exemple d'implémentation de la procédure d'exploration**

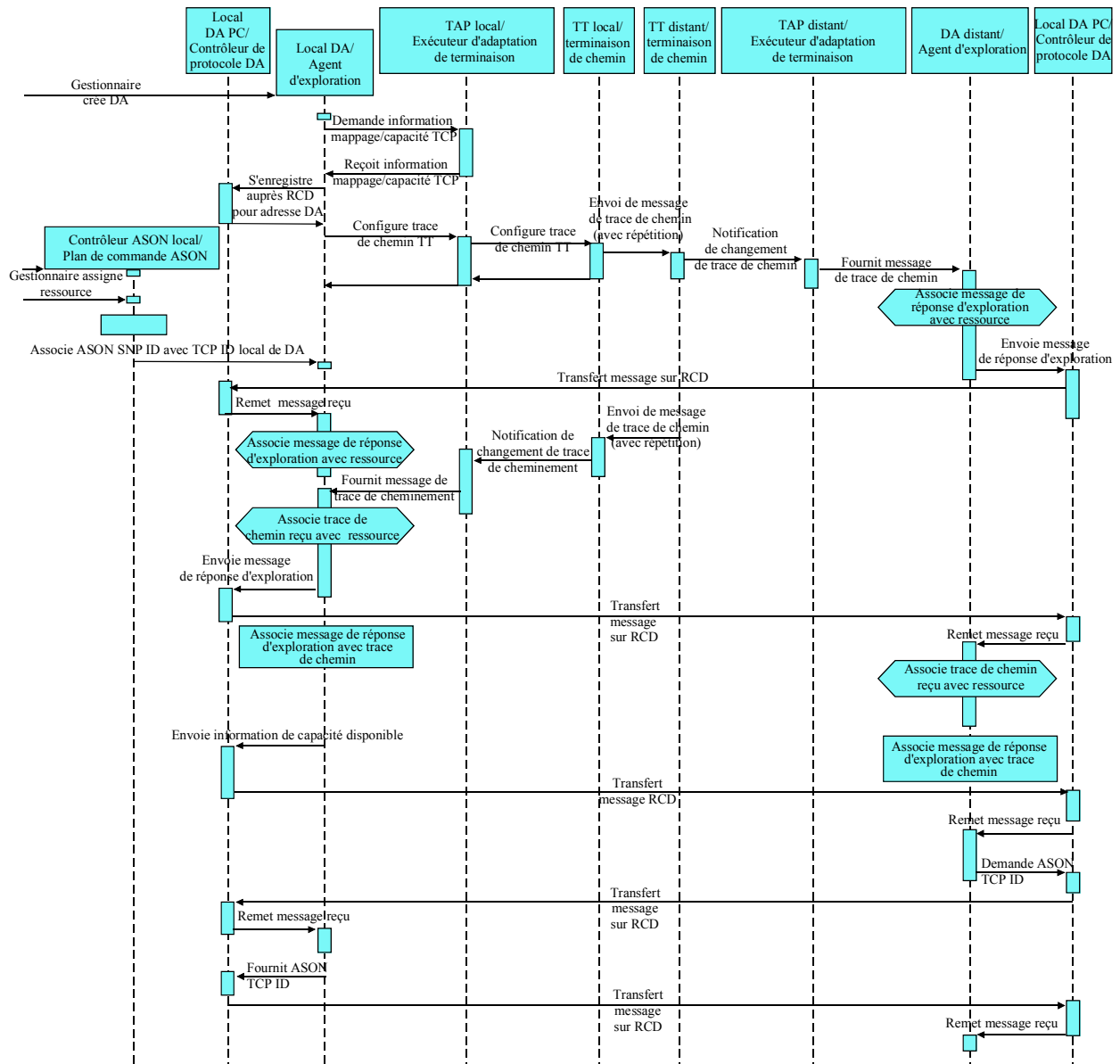
Le présent appendice propose des exemples d'implémentation destinée à valider les choix de conception du protocole qui ont été faits et qui sont spécifiés dans la présente Recommandation.

### **I.1 Flux d'informations concernant l'exploration de contiguïté de couches**

Comme décrite dans la Rec. UIT-T G.7714/Y.1705, la procédure d'exploration comporte les étapes suivantes:

- exploration de contiguïté de couches;
- échange de capacité de service.

Pour mener à bien la procédure d'exploration de contiguïté de couches, il faut qu'un certain nombre de fonctions interagissent pour permettre d'identifier la connexion de liaison TCP. Par ailleurs, la relation entre la procédure LAD et le mécanisme d'échange de capacité de service doit être décrite. Un diagramme séquentiel présentant le détail des interactions est proposé à la Figure I.1.



G.7714.1/Y.1705.1\_FI.1

Figure I.1/G.7714.1/Y.1705.1 – Diagramme séquentiel

## Appendice II

### Détection d'un mauvais câblage

Le présent appendice décrit comment la procédure d'exploration de contiguïté de couches peut permettre de détecter que les interfaces entre deux éléments de réseau sont mal câblées. Dans les exemples donnés, le format de l'adresse DA RCD, défini au § 8.1.2, est utilisé pour le message d'exploration dans la bande, ce qui n'interdit toutefois pas d'utiliser d'autres formats de message.

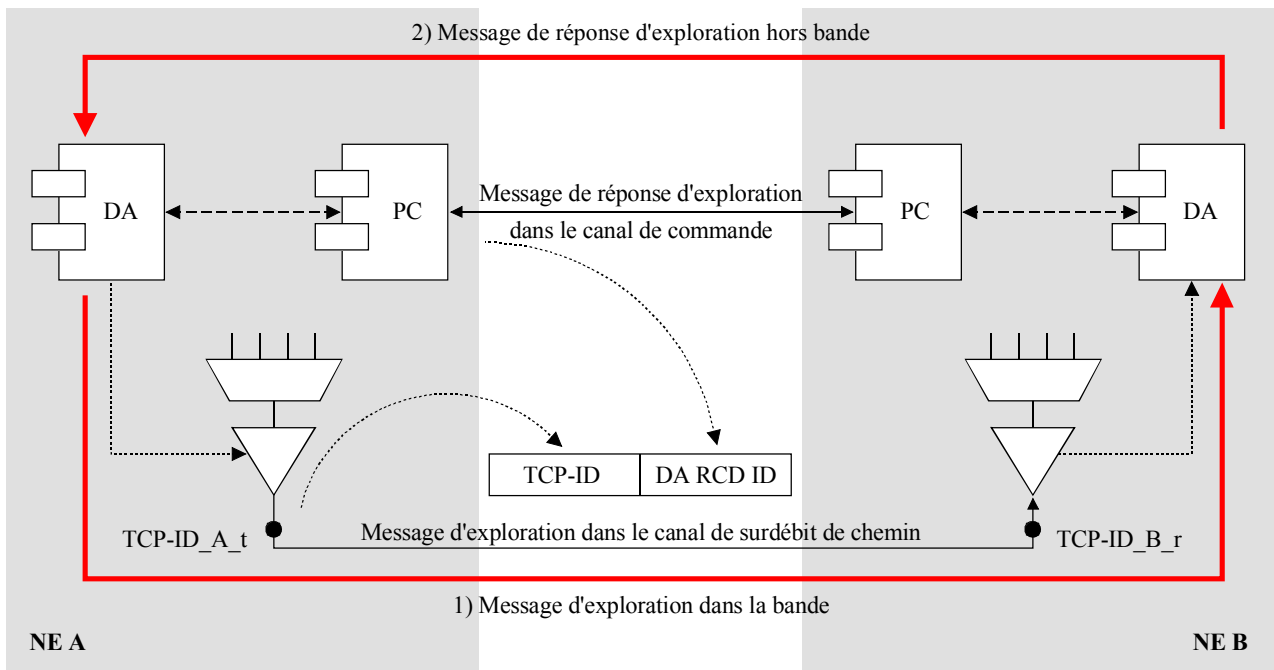
#### II.1 Procédures d'autoexploration

Pour que soit explorée automatiquement une contiguïté de couche entre deux éléments de réseau (par exemple NE A et NE B), il faut que l'un et l'autre élément applique la procédure d'exploration pour voir quelle association existe entre les TCP locaux et les TCP distants. Les deux procédures d'exploration qui concernent les deux NE sont exécutées indépendamment l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'aucun échange de message spécifique concernant le protocole ne vient inciter le NE voisin à lancer la procédure d'exploration. La situation correspondante est décrite dans les deux figures ci-dessous (Figures II.1 et II.2). La Figure II.1 illustre la procédure d'exploration qui est lancée par le DA responsable pour le NE A, tandis que la Figure II.2 présente la procédure qui est déclenchée par le DA responsable pour le NE B. Lorsque la procédure d'exploration lancée par le DA correspondant au NE A (DA\_A) est terminée (c'est-à-dire que le DA\_A a reçu le message de réponse d'exploration), le DA\_A et le DA\_B (DA correspondant à NE B) sont pourvus de l'ensemble des éléments d'information suivant:

< DA-ID\_A, TCP-ID\_A\_t, DA-ID\_B, TCP\_ID\_B\_r, [TCP\_ID\_B\_t] >

Les éléments d'information en question ont la signification ci-après:

- DA-ID\_A: RCD ID de DA correspondant à NE A.
- TCP-ID\_A\_t: TCP-ID local de TCP dans NE A d'où le message d'exploration a été transmis.
- DA-ID\_B: RCD ID de DA correspondant à NE B.
- TCP\_ID\_B\_r: TCP\_ID local de TCP dans NE B qui a reçu le message d'exploration provenant de NE A.
- [TCP\_ID\_B\_t]: TCP\_ID local de TCP dans NE B (sens de transmission) associé à TCP\_ID\_B\_r.



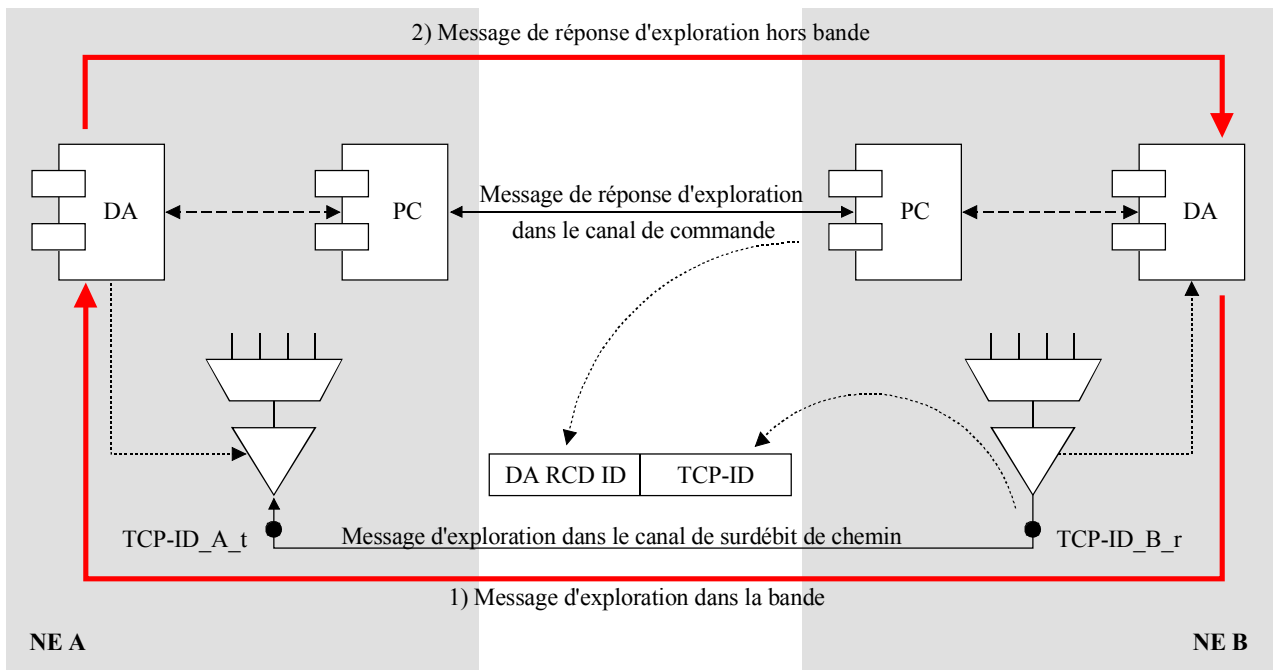
**Figure II.1/G.7714.1/Y.1705.1 – Procédure d'exploration de contiguïté de couches initiée par NE A**

Lorsque la procédure d'exploration lancée par le DA correspondant à NE B (DA\_B) est terminée (c'est-à-dire que le DA\_B a reçu le message de réponse d'exploration), le DA\_B et le DA\_A sont pourvus de l'ensemble des éléments d'information suivant:

< DA-ID\_B, TCP-ID\_B\_t, DA-ID\_A, TCP\_ID\_A\_r, [TCP\_ID\_A\_t] >

Les éléments d'information en question ont la signification ci-après:

- DA-ID\_B: RCD ID de DA correspondant à NE B.
- TCP-ID\_B\_t: TCP-ID local de TCP dans NE B d'où le message d'exploration a été transmis.
- DA-ID\_A: RCD ID de DA correspondant à NE A.
- TCP\_ID\_A\_r: TCP\_ID local de TCP dans NE A qui a reçu le message d'exploration provenant de NE B.
- [TCP\_ID\_A\_t]: TCP\_ID local de TCP dans NE A (sens de transmission) associé à TCP\_ID\_A\_r.



G.7714.1/Y.1705.1\_FII.2

**Figure II.2/G.7714.1/Y.1705.1 – Procédure d'exploration de contiguïté de couches lancée par NE B**

Pour détecter un mauvais câblage, il faut mener à bien les deux procédures d'exploration sur les deux NE voisins (NE A et NE B); dès qu'ils sont parvenus à cet état, DA\_A et DA\_B sont l'un et l'autre pourvus des deux ensembles d'éléments d'information suivants, qui peuvent être corrélés aux fins de détection d'un côté ou de l'autre (voir la Figure II.4):

- < DA-ID\_A, TCP-ID\_A\_t, DA-ID\_B, TCP-ID\_B\_r, [TCP-ID\_B\_t] > et
- < DA-ID\_B, TCP-ID\_B\_t, DA-ID\_A, TCP-ID\_A\_r, [TCP-ID\_A\_t] >

Du point de vue du DA\_A, il faut dans un premier temps que soient trouvés les deux ensembles d'éléments d'information qui sont destinés à la même paire locale de TCP; cette opération peut se faire à l'aide des TCP-ID locaux qui ont été assignés localement aux TCP (TCP-ID\_A\_t dans le sens de la transmission, c'est-à-dire de NE A vers NE B, et TCP-ID\_A\_r dans le sens de la réception, c'est-à-dire de NE B vers NE A). Lorsqu'il a été déterminé que les deux ensembles sont localement liés l'un à l'autre, il est possible d'en contrôler la cohérence par les vérifications suivantes:

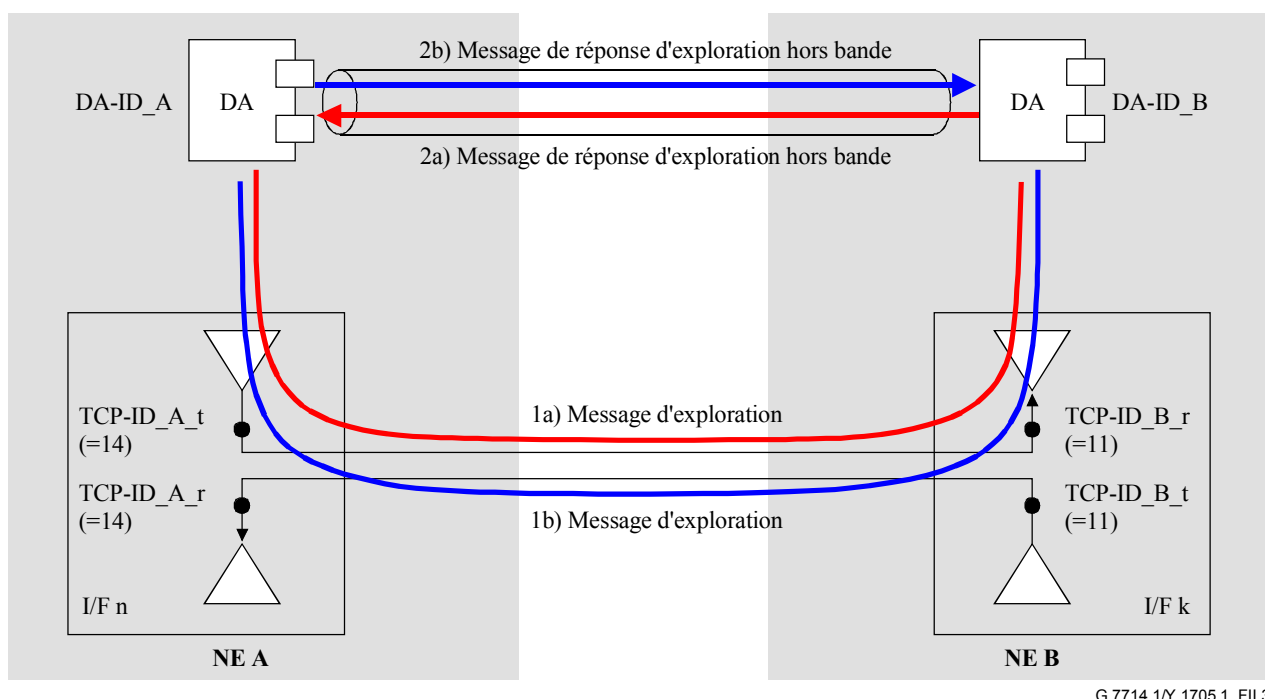
- vérifier que les DA-ID sont les mêmes sur les deux côtés;
- vérifier si les TCP-ID distants (TCP-ID\_B\_t et TCP-ID\_B\_r) sont eux aussi liés aux bons TCP sur le côté distant.

Selon qu'on utilise la même valeur TCP-ID pour les TCP distants dans le sens de la transmission et dans le sens de la réception ou selon que les valeurs diffèrent, le DA\_A doit connaître le lien qui existe entre les deux TCP-ID sur le côté distant. Dans le cas où les TCP-ID distants dans le sens de la transmission et dans le sens de la réception sont identiques (TCP-ID\_B\_t = TCP-ID\_B\_r), le DA distant (DA\_B) n'a pas besoin d'inclure le TCP-ID dans le sens de la transmission (TCP-ID\_B\_t) dans le message de réponse d'exploration. Dans le cas où les TCP-ID distants sont différents (TCP-ID\_B\_t ≠ TCP-ID\_B\_r), le DA distant (DA\_B) doit inclure le TCP-ID facultatif dans le sens de la transmission (TCP-ID\_B\_t) dans le message de réponse d'exploration.

En vérifiant le DA-ID on s'assure que ce sont bien les deux mêmes DA qui sont mis en œuvre dans la procédure d'exploration dans l'un et l'autre sens (celui à partir de DA\_A, et celui à partir de DA\_B); on a par ailleurs la garantie que la portée des TCP-ID est identique. On notera que les TCP-ID revêtent uniquement une importance locale et n'ont pas d'équivalent seulement en ce qui concerne un seul et même DA.

Lorsque le DA-ID a été vérifié, il est possible de procéder au contrôle de cohérence sur les TCP-ID distants. Cette opération permet de vérifier que les paires de TCP-ID distants reçus via le message de réponse d'exploration hors bande et du message d'exploration dans la bande en provenance du DA\_B sont cohérents.

Dans les deux exemples présentés ci-dessous, les TCP-ID dans le sens de la transmission et de la réception tant sur le NE A que sur le NE B sont identiques. Dans le premier exemple illustré dans la Figure II.3, le câblage entre le NE A et le NE B est correct alors que dans le deuxième exemple, illustré dans la Figure II.4, les interfaces I/F n et I/F m sur NE A et les interfaces I/F k et IF l sur NE B sont mal câblées. Les Tableaux II.1 et II.2 présentent les ensembles d'informations d'exploration correspondants que le DA\_A a obtenus après l'échange des messages d'exploration.



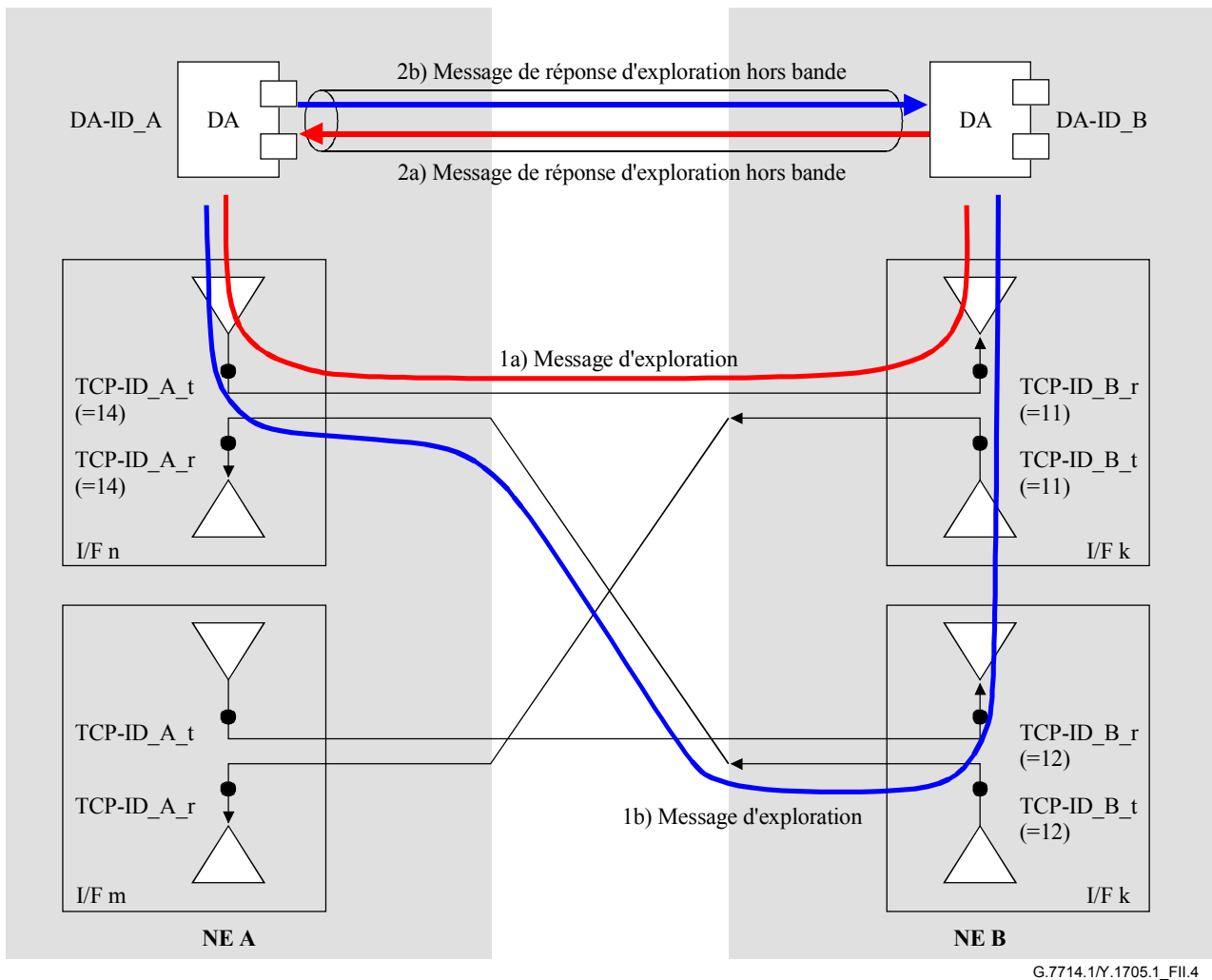
G.7714.1/Y.1705.1\_FII.3

**Figure II.3/G.7714.1/Y.1705.1 – Exploration automatique dans le cas d'interfaces correctement câblées**

**Tableau II.1/G.7714.1/Y.1705.1 – Exemple des deux ensembles d'informations d'exploration émanant des DA\_A dans le cas d'interfaces correctement câblées illustré à la Figure II.3**

Initiateur de procédure	<DA RCD ID reçu>	TCP-ID reçu associé à l'interface n	<DA RCD ID envoyé>	<Tx TCP-ID envoyé> associé à l'interface k	Facultatif <Tx TCP-ID envoyé> associé à l'interface k/n
DA_A	DA-ID_A	TCP-ID_A_t	DA-ID_B	TCP-ID_B_r	TCP-ID_B_t
Valeur	1	<u>14</u>	2	<u>11</u>	11
DA_B	DA-ID_B	TCP-ID_B_t	DA-ID_A	TCP-ID_A_r	TCP-ID_A_t
Valeur	2	<u>11</u>	1	<u>14</u>	14





G.7714.1/Y.1705.1\_FIL.4

Figure II.4/G.7714.1/Y.1705.1 – Exploration automatique en cas d'interfaces mal câblées

Tableau II.2/G.7714.1/Y.1705.1 – Exemple de deux ensembles d'informations d'exploration émanant des DA\_B dans le cas d'interfaces mal câblées illustré à la Figure II.4

Initiateur de procédure	<DA RCD ID reçu>	TCP-ID reçu associé à l'interface n	<DA RCD ID envoyé>	<Tx TCP-ID envoyé> associé à l'interface k	Facultatif <Tx TCP-ID envoyé> associé à l'interface k/n
DA_A	DA-ID_A	TCP-ID_A_t	DA-ID_B	TCP-ID_B_r	TCP-ID_B_t
Valeur	1	<u>14</u>	2	<u>11</u>	11
DA_B	DA-ID_B	TCP-ID_B_t	DA-ID_A	TCP-ID_A_r	TCP-ID_A_t
Valeur	2	<u>12</u>	1	<u>14</u>	14

Les valeurs indiquées dans le Tableau II.1 montrent que les deux ensembles d'informations d'exploration proviennent des DA\_A considérés ensemble parce que les TCP-ID\_A\_t et TCP-ID\_A\_r locaux ont la même valeur (TCP-ID\_A\_t = TCP-ID\_A\_r = 14) et qu'ils sont donc reliés au même TCP bidirectionnel. Dans le cadre de l'étape suivante, on vérifie la cohérence des DA-ID. Dans les exemples présentés, les ensembles d'informations sont cohérents par rapport aux DA parce que les DA RCD ID envoyés et reçus (1-2 et 2-1) indiquent que ce sont les deux mêmes DA qui interviennent dans la procédure d'exploration. Enfin, on vérifie que les TCP-ID distants (par rapport aux DA\_A) renvoient au même TCP distant. Dans l'exemple, l'opération de vérification conduit à

un résultat positif, étant donné que les TCP-ID\_B\_r et TCP-ID\_B\_t sont égaux et qu'ils ont tous deux la même valeur de 11 dans les deux ensembles d'informations d'exploration.

Dans ce deuxième exemple, toutes les opérations de vérification sont menées à bien, comme dans l'exemple précédent, exceptée la vérification finale de la cohérence des TCP distants; cette opération finale de vérification des TCP-ID révèle en effet que les TCP-ID distants (par rapport aux DA\_A) ne renvoient pas au même TCP distant, parce que les TCP-ID\_B\_r et TCP-ID\_B\_t ont des valeurs différentes (11 dans le message de réponse d'exploration hors bande et 12 dans le message d'exploration dans la bande). Il en résulte que le DA\_A peut indiquer qu'un mauvais câblage a été détecté, par exemple en déclenchant une alarme appropriée.

## II.2 Exemple: interaction entre deux DA utilisant des formats de message d'exploration différents

La procédure vaut également lorsque deux DA qui procèdent activement à l'exploration d'une liaison utilisent des formats de message d'exploration différents. L'exemple ci-dessous montre un agent d'exploration utilisant un format de nom TCP, tandis que l'autre utilise un format d'adresse RCD DA.

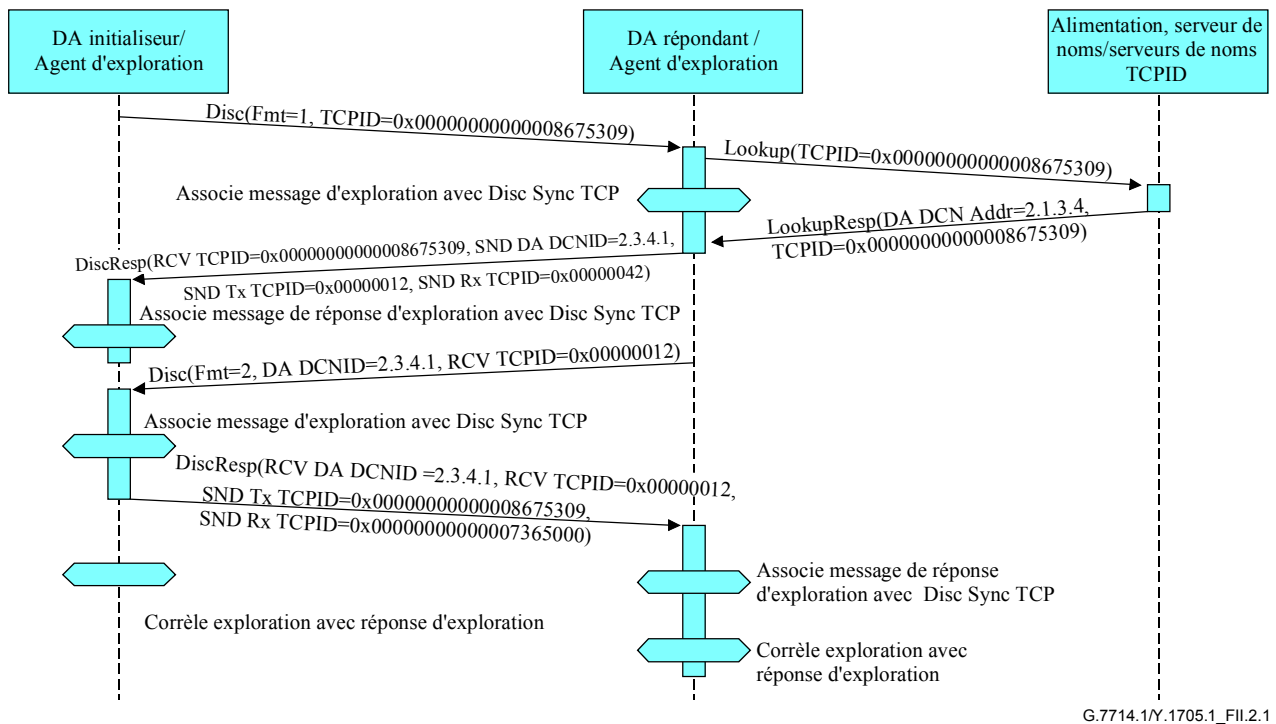


Figure II.2.1/G.7714.1/Y.1705.1 – Séquence d'exploration entre deux DA utilisant des formats de message différents

Dans cet exemple, l'agent d'exploration initialisateur envoie un message d'exploration dans le format de nom TCP. Le message d'exploration *DISC(Fmt=1, TCPID=0x00000000000008675309)* est envoyé dans la bande à l'agent d'exploration répondeur. Lorsqu'il est reçu par ce dernier, le Rx TCP (*0x42*) indiquant que le message d'exploration est bien celui qui a été reçu est enregistré; il est appelé Sync TCP.

Le nom TCP (*0x00000000000008675309*) dans le message d'exploration reçu est alors traduit et converti en adresse DA RCD pour l'agent d'exploration initialisateur (*2.1.3.4*) et le TCP-ID (*0x00000000000008675309*) utilisant un serveur de noms.

Dès que l'adresse DA RCD est connue, un message de réponse d'exploration est renvoyé à l'agent d'exploration initialisateur. Le message de réponse d'exploration inclut les attributs figurant dans le message d'exploration reçu, les attributs qui sont envoyés à ce moment sur le Tx TCP (*Fmt=2, Adresse DA RCD=2.3.4.1, Tx TCPID=0x0000 0012*) se rapportant au Sync TCP, ainsi qu'au TCP-ID pour le Sync TCP (*Rx TCPID=0x0000 0042*). Dès qu'elle a été reçue par l'agent d'exploration initialisateur, c'est qu'une connexion de liaison unidirectionnelle a été identifiée.

Cette procédure se répète pour la direction opposée. Toutefois, comme dans ce cas c'est le format d'adresse DA RCD qui est utilisé, le message d'exploration *DISC (Fmt=2, DA RCD Adresse=2.3.4.1, TCPID=0x0000 0012)* envoyé inclut une adresse DA RCD et un TCP-ID. Lorsque le message d'exploration est reçu, le Sync TCP sur lequel il a été reçu est enregistré (*0x0000000000000007365000*). Etant donné que le message d'exploration reçu comprend une adresse RCD, la réponse d'exploration peut être renvoyée sans obligation de consulter un serveur de noms.

Comme auparavant, la réponse inclut les attributs figurant dans le message d'exploration reçu, les attributs qui sont alors renvoyés sur le Tx TCP (*Fmt=1, TCPID=0x000000000000008675309*) correspondant au Sync TCP, ainsi que le TCP-ID du Sync TCP (*0x000000000000007365000*). Là encore, lorsque le message de réponse d'exploration est reçu, c'est qu'une connexion de liaison unidirectionnelle a été identifiée.

A ce moment là, il est possible de faire corréler les messages de réponse d'exploration par chacune des extrémités de la connexion de liaison pour déterminer si la liaison bidirectionnelle a été mal câblée. Plus précisément:

	<b>A ≥ B Tx TCPID</b>	<b>A ≥ B Rx TCPID</b>	<b>B ≥ A DA RCD ID</b>	<b>B ≥ A Tx TCPID</b>	<b>B ≥ A Rx TCPID</b>
A ≥ B	000000000000008675309		2.3.4.1	0x12	0x42
B ≥ A	000000000000008675309	00000000000007365000	2.3.4.1	0x12	

Etant donné que les champs A ≥ B Tx TCPID, B ≥ A DA RCD ID et B ≥ A Tx TCPID correspondent, la liaison est correctement connectée.

On peut maintenant indiquer les TCPID Tx et Rx à l'échange de capacité de service pour déterminer les capacités de la liaison.

### Appendice III

#### Exemple de message de réponse d'exploration utilisant un mécanisme GMPLS

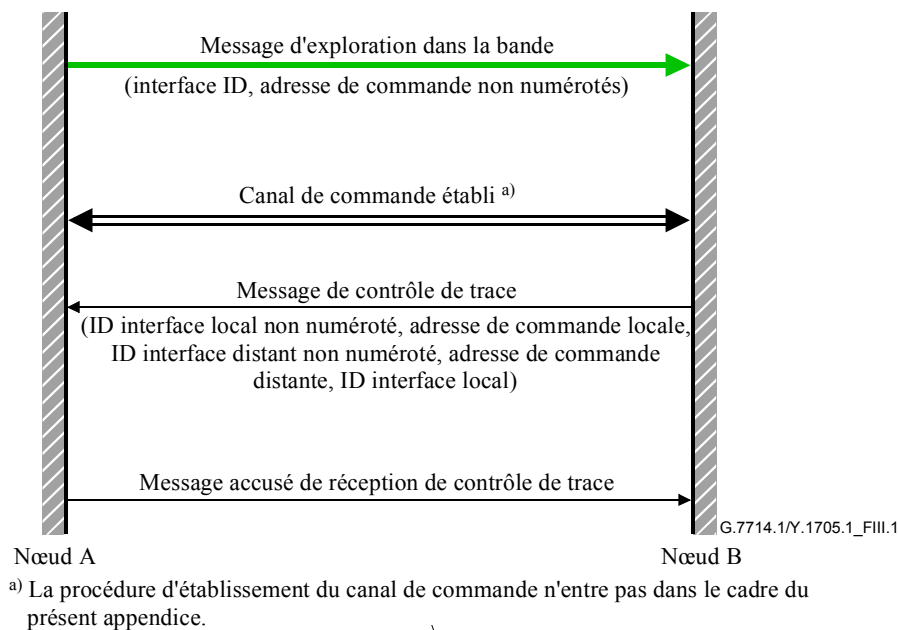
Le présent appendice illustre une implémentation de l'exploration de contiguïté de couches décrite par la présente Recommandation, à l'aide d'un mécanisme de signalisation généralisée multiprotocole avec étiquette (GMPLS). D'autres implémentations GMPLS possibles devront faire l'objet d'un complément d'étude.

Dans le présent exemple, on suppose l'utilisation du format de "message d'exploration (dans la bande) DA RCD-ID" (tel que défini aux § 8.1.2 et 8.1.3) et aussi que le canal de commande bidirectionnel (ECC) entre les parties intervenantes est établi et disponible pour l'échange du "message de réponse d'exploration" (défini au § 11). Les mécanismes de création et de maintenance du canal de commande bidirectionnel et d'échange des messages correspondants n'entrent pas dans le cadre du présent appendice. On suppose par ailleurs qu'à un TCP-ID donné correspondent un

émetteur et un récepteur, c'est-à-dire que l'identificateur du TCP où le TCP-ID (reçu) est reçu correspond au TCP-ID envoyé.

Dans ces conditions, lorsqu'on utilise J0, les TCP-ID local et distant équivalent à des indices d'interface, et sont référencés respectivement comme INTERFACE\_ID LOCAL/DISTANT non numérotés. Lorsqu'on utilise J1/J2, les TCP-ID local et distant équivalent à une étiquette SDH (aux deux points d'extrémité) qui peuvent être référencés respectivement comme INTERFACE\_ID LOCAL/DISTANT non numérotés. Les DA RCD-ID local et distant correspondent respectivement à l'adresse de commande locale ou distante (LOCAL\_/REMOTE\_CONTROL\_ADDRESS) IPv4 de l'agent d'exploration (DA) local ou distant.

Dans la Figure III.1, qui illustre l'échange des messages d'exploration, le nœud A est désigné comme le nœud distant et le nœud B comme le nœud local.



**Figure III.1/G.7714.1/Y.1705.1 – Echange des messages d'exploration utilisés dans des implémentations GMPLS**

Dès réception du message d'exploration dans la bande provenant du DA du nœud A, un message de réponse d'exploration hors bande appelé message de contrôle de trace (étendu), ou TraceMonitor, est envoyé à destination du DA du nœud B par la voie du canal de commande bidirectionnel à l'aide du protocole UDP/IP. Ce message comprend les éléments d'information (objets) suivants:

```
<TraceMonitor Message> ::= <Common Header> <MESSAGE_ID>
                           <LOCAL_INTERFACE_ID> <TRACE>[<REMOTE_TRACE>]
```

où:

```
<TRACE> ::= <Trace Type> <Trace Length> <Trace Message>
<Trace Type> type de l'octet de trace (c'est-à-dire J0, J1 ou J2) utilisé par le message d'exploration local dans la bande
<Trace Length> longueur en octets du <Trace Message> (message de trace)
<Trace message> contient les champs <unnumbered LOCAL_INTERFACE_ID> et <LOCAL_CONTROL_ADDRESS> fields
```

<REMOTE_TRACE>	::= <Trace Type> <Trace Length> <Trace Message>
<Trace Type>	type de l'octet de trace (c'est-à-dire J0, J1 ou J2) utilisé par le message d'exploration distant dans la bande
<Trace Length>	longueur en octets du <Trace Message> (message de trace)
<Trace message>	contient les champs <unnumbered REMOTE_INTERFACE_ID> <REMOTE_CONTROL_ADDRESS> fields

Dès réception du message de contrôle de trace (TraceMonitor) provenant du DA du noeud B, un message d'accusé de réception TraceMonitorAck est envoyé au DA du noeud A pour en accuser la réception.

<TraceMonitorAck Message> ::= <Common Header> <Message\_ID\_ACK>

NOTE – Les échanges de messages ultérieurs n'entrent pas dans le cadre du présent appendice.

## Appendice IV

### Exemples d'implémentation d'exploration de contiguïté de couches

L'utilisation de l'exploration est indépendante de la réalisation du plan de commande ASON qui peut aller d'une centralisation complète à une répartition complète.

- Exemple 1: agent d'exploration externe commandant la trace de chemin ou le canal ECC pour implémenter l'exploration LAD.

Quand l'agent d'exploration est localisé dans un système externe, une interface externe est utilisée par l'élément de réseau pour fournir et recevoir le message de trace de chemin. Etant donné qu'un langage homme-machine orienté texte existant peut être réutilisé pour assurer cette interface, le message d'exploration devrait se limiter aux caractères imprimables définis dans la Rec. UIT-T T.50.

- Exemple 2: agent d'exploration interne commandant la trace de chemin ou le canal ECC pour implémenter l'exploration LAD.

Lorsque l'agent d'exploration est localisé sur l'élément du réseau, l'interface utilisée pour fournir et recevoir le message de trace de chemin relève d'une implémentation locale.

## Appendice V

### Exemple de codage d'un message dans la bande

Compte tenu des formats de message définis au § 8.1, la transmission du TCP-ID, et du nom ou de l'adresse de l'agent d'exploration (DA) se fait en codant une séquence de 6 bits sous forme de caractères T.50 imprimables. Le mappage des bits en caractères T.50 imprimables est défini dans la Norme RFC 2045. La Figure V.1 montre la relation de la chaîne d'octets à mapper, ainsi que la chaîne imprimable qui résulte du mappage.

Chaîne d'octets (Hex)	0x11	0x23	0x45	0x67	0x8A	0xBC	...	
Chaîne binaire	00010001	00100011	01000101	01100111	10001010	10111000	...	
Caractère mappé à 6 bits décimaux	4	18	13	5	25	56	42	60
	E	S	N	F	Z	4	q	8

**Figure V.1/G.7714.1/Y.1705.1 – Relation entre la chaîne d'octets du message d'exploration et des caractères mappés à 6 bits**

Lorsque le message d'exploration a été mappé, le caractère distinctif "+" constitue l'entame de la chaîne d'exploration.

Exemple de codage des différents formats:

**Format 1: format du nom TCP**

Type de format: 0001<sub>2</sub>  
 Nom: 0x1234 5678 ABCD EF00 4321  
 La chaîne d'octets qui sera mappée est: 0x1123 4567 8ABC DEF0 0432 1x<sup>3</sup>  
 La chaîne de caractères imprimables après mappage est: ESNFZ4q83vAEMh<sub>64</sub>  
 La chaîne d'exploration obtenue est: +ESNFZ4q83vAEMh

**Format 2: format d'adresse DA RCD**

Type de format: 0010<sub>2</sub>  
 DCN Context ID: 0x0000 (chaîne d'octets)  
 DA DCN Address: 0x10203040 (chaîne d'octets)  
 TCP-ID: 0x12345678 (chaîne d'octets)  
 La chaîne d'octets qui sera mappée est: 0x2000 0102 0304 0123 4567 8x<sup>3</sup>  
 La chaîne de caractères imprimables après mappage est: IAABAgMEASNFZ4<sub>64</sub>  
 La chaîne d'exploration obtenue est: +IAABAgMEASNFZ4

**Format 3: format de nom DA RCD**

Type de format: 0011<sub>2</sub>  
 Nom: 0x9876 5432 10AA  
 TCP ID: 0x12345678 (chaîne d'octets)  
 La chaîne d'octets qui sera mappée est: 0x3987 6543 210A A123 4567 8x<sup>3</sup>  
 La chaîne de caractères imprimables après mappage est: OYdlQyEKoSNFZ4<sub>64</sub>  
 La chaîne d'exploration obtenue est: +OYdlQyEKoSNFZ4

<sup>3</sup> Comme il y a 14 caractères disponibles dans le message de trace, 84 bits sont disponibles pour transporter les données d'exploration, ce qui donne 10 octets et 4 bits restants. Le dernier octet indiqué ici contient les 4 bits restants dans le quartet d'ordre supérieur, ce qui fait que le quartet d'ordre inférieur n'a pas de sens, comme indiqué par le "x" utilisé ici et qui n'est pas mappé.

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y  
INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION ET PROTOCOLE INTERNET

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION	
Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET	
Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
<b>Gestion, exploitation et maintenance</b>	<b>Y.1700–Y.1799</b>
Taxation	Y.1800–Y.1899

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
<b>Série Y</b>	<b>Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet</b>
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication