



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

M.20

(11/1988)

SÉRIE M: PRINCIPES GÉNÉRAUX DE MAINTENANCE

Maintenance des systèmes de transmission internationaux
et de circuits téléphoniques internationaux – Introduction

**PRINCIPES DE MAINTENANCE POUR LES
RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Réédition de la Recommandation du CCITT M.20 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule IV.1 (1988)

NOTES

1 La Recommandation M.20 du CCITT a été publiée dans le fascicule IV.1 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 2008

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.

Recommandation M.20

PRINCIPES DE MAINTENANCE POUR LES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

(Les principes décrits dans la Recommandation M.21 doivent être également pris en considération)

1 Considérations générales

1.1 La maintenance implique l'ensemble des opérations destinées à mettre en service et à maintenir entre les valeurs prescrites tout élément entrant dans l'établissement d'une communication (voir la Recommandation M.60)¹. Afin de planifier et programmer correctement les opérations de maintenance nécessaires pour établir et maintenir un réseau analogique, numérique ou mixte, il est recommandé d'appliquer la stratégie générale décrite ci-après.

1.1.1 Une organisation de maintenance devrait être établie sur la base des principes directeurs formulés dans les Recommandations M.70 et M.710 pour les circuits automatiques commutés sur des réseaux analogiques, numériques ou mixtes. De plus, il conviendrait d'appliquer les notions de station directrice et de station sous-directrice présentées dans les Recommandations M.80 et M.90 en ce qui concerne les circuits internationaux et les systèmes de transmission.

1.1.2 La stratégie susmentionnée devrait comporter les opérations de maintenance ci-après:

- a) prendre en considération l'évolution du réseau, de l'environnement actuel essentiellement analogique vers l'environnement futur presque entièrement numérique. Pour ce faire, elle doit tenir compte des nouveaux services et des nouvelles fonctions qu'offrent les réseaux (par exemple le système de signalisation no 7 du CCITT et le RNIS) ainsi que des instruments et capacités de maintenance qui apparaissent actuellement (par exemple, le contrôle de fonctionnement);
- b) appliquer des principes généraux de maintenance utilisant la notion d'entité de maintenance, une classification des dérangements et les processus de supervision du réseau spécifiés au § 3;
- c) spécifier la maintenance des systèmes, des équipements et des circuits des réseaux dans le cadre des activités suivantes:
 - installation et essais de recette (voir le § 4);
 - mise en service (voir le § 4);
 - maintien du réseau en état de fonctionner (voir le § 5).

Ce faisant, elle devrait servir d'appui à d'autres activités de maintenance (voir le § 6) associées à la gestion des opérations de maintenance (par exemple, bases de données, pièces de rechange, statistiques des dérangements, etc.) selon un plan détaillé de maintenance préventive, au besoin, pour les différents équipements de télécommunications,

- d) avoir pour principal objectif de réduire le nombre et l'effet des dérangements et de pouvoir, en cas de dérangement:
 - envoyer la bonne personne;
 - au bon endroit;
 - munie du bon équipement;
 - avec la bonne information;
 - au bon instant;
 - pour prendre les bonnes mesures.

1.2 Pour appliquer cette stratégie générale dans un réseau, les principes suivants peuvent être utilisés:

Maintenance préventive

Maintenance effectuée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'une entité.

¹ Il est admis que, pour certaines Administrations, la mise en service n'est pas considérée comme faisant partie de la maintenance.

Maintenance corrective

Maintenance effectuée après la détection de panne et destinée à remettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise.

Maintenance dirigée

Méthode permettant d'assurer une qualité de service souhaitée par l'application systématique de techniques analytiques mettant en oeuvre des moyens de surveillance centralisés ou un échantillonnage, en vue de réduire au maximum la maintenance préventive et de réduire la maintenance corrective.

1.3 En général, pour les trois types de réseau (analogique, numérique et mixte), l'utilisation de la maintenance dirigée est recommandée, c'est-à-dire que les actions de maintenance sont déterminées par les informations provenant du système maintenu ou de systèmes auxiliaires de supervision.

1.4 Les avantages de la maintenance dirigée sont qu'elle oriente les futures activités de maintenance sur les points où une amélioration du service fourni au client sera réalisée. Les techniques de surveillance inhérentes à la maintenance dirigée fournissent des données qui peuvent simplifier l'identification des défauts cachés en utilisant l'analyse statistique.

1.5 Plus la portion du réseau qui est affectée par un dérangement est petite, plus il peut être difficile et/ou coûteux de le détecter en utilisant les techniques de maintenance dirigée. Dans ces cas-là, il peut être nécessaire de recourir à des techniques de maintenance corrective et/ou préventive.

1.6 Dans les réseaux analogiques et mixtes, un mélange des principes susmentionnés est utilisé, en fonction de l'équipement existant dans le réseau (voir les Recommandations M.710 et M.715 à M.725).

1.7 Les principes fondamentaux de maintenance sont étroitement liés à:

- la qualité en terme de disponibilité;
- la performance technique du réseau;
- les coûts du réseau.

2 Objectifs de maintenance

2.1 Buts

Le principal objet des principes généraux de maintenance des réseaux analogiques, numériques et mixtes est d'atteindre les buts définis au § 1.1.

En outre, les objectifs suivants doivent être atteints:

- pour un niveau de service défini, le coût total doit être maintenu à un minimum en utilisant des méthodes appropriées (par exemple, avec une exploitation et une maintenance centralisées);
- les mêmes principes de maintenance doivent s'appliquer aux centres de commutation, aux équipements de transmission, aux équipements de transmission de données, aux terminaux d'abonné, etc., partout où c'est possible.

2.2 Economie

Les nouvelles techniques offrent de nouvelles possibilités de maintenance à faible coût non seulement pour les centres de commutation pris individuellement, mais aussi pour l'ensemble du réseau, par exemple, utiliser la même technique pour la transmission et la commutation.

Les fonctions d'exploitation et de maintenance d'un réseau doivent être planifiées de telle façon que le coût global soit minimal. Pour un niveau de service fixé, le coût total se décompose en:

- coût d'investissement;
- coût d'exploitation;
- coût de maintenance;
- coût des pertes de trafic.

2.3 Passage des réseaux analogiques aux réseaux numériques

La philosophie de base décrite dans la présente Recommandation est en principe valable pour les réseaux analogiques, mixtes et numériques. Toutefois, de nombreuses parties des réseaux numériques sont conçues pour être

mieux adaptées à la maintenance dirigée que des parties de réseaux analogiques. Avec les nouveaux progrès technologiques, des fonctions de maintenance peuvent être incorporées dans l'équipement numérique. L'équipement analogique exige souvent des systèmes de maintenance externe supplémentaires pour permettre une maintenance dirigée; voir, par exemple, l'AAMT no 2 (Recommandation O.22 [1]).

2.4 *Opérations de maintenance centralisée*

L'introduction d'équipements de télécommunications numériques dotés de fonctions d'opérations de maintenance plus performantes, incluant un dispositif de renvoi d'information et de commande à distance, offre de nouvelles possibilités de centralisation. Le supplément no 6.2 [2] contient la description d'une organisation de maintenance centralisée. La centralisation peut offrir de nombreux avantages, dont les suivants:

- une plus grande souplesse pour l'organisation des opérations de maintenance et de la gestion de la maintenance;
- l'utilisation plus efficace de ressources techniques hautement spécialisées;
- l'utilisation plus efficace des données et des bases de données;
- une efficacité améliorée de la maintenance;
- une réduction des coûts de maintenance;
- une amélioration de la disponibilité des systèmes de transmission et de commutation;
- une amélioration de la qualité de service.

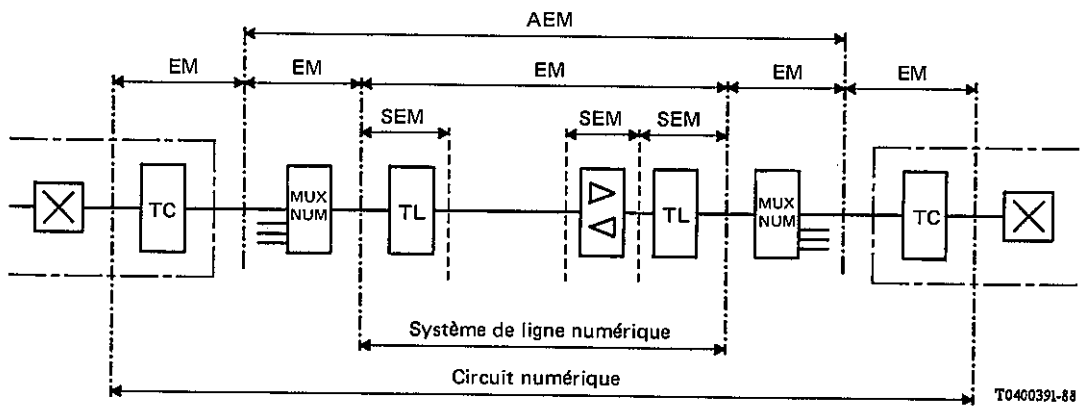
Remarque – La possibilité d'utiliser des terminaux distants donne à l'Administration une latitude plus grande en ce qui concerne l'affectation de son personnel technique entre les emplacements locaux et la position centrale.

Etant donné ces avantages, il est recommandé de prendre en considération les possibilités de maintenance et autres facilités d'opérations centralisées lorsqu'il s'agira de spécifier de nouveaux systèmes et équipements de télécommunications. Les principes généraux d'établissement, d'exploitation et de maintenance d'un réseau de gestion des télécommunications (RGT) pour la maintenance centralisée et d'autres opérations sont stipulés dans la Recommandation M.30

3 Principes généraux de maintenance

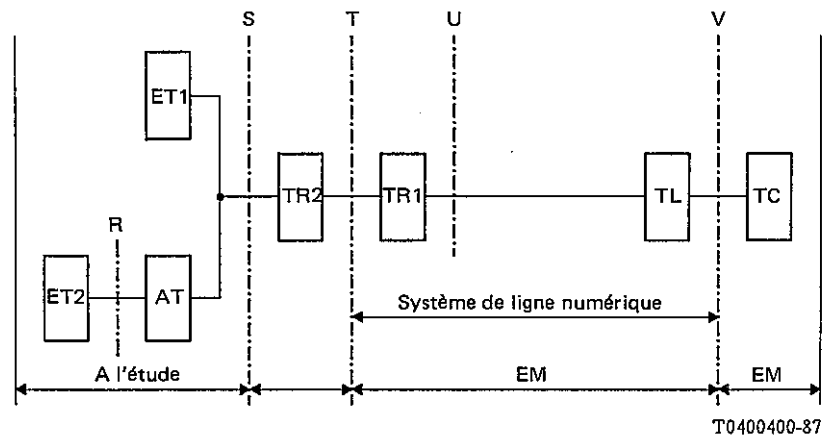
3.1 *Concept d'entité de maintenance*

Pour faciliter une maintenance efficace, le réseau de télécommunications [analogique ou numérique] est divisé en plusieurs parties, appelées entités de maintenance (EM), assemblages d'entités de maintenance (AEM) et sous-entités de maintenance (SEM). On trouvera des exemples d'EM, d'AEM et de SEM aux figures 1/M.20, 2/M.20 et 3/M.20.



- | | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|
|
Commutateur numérique |
Régénérateur bidirectionnel | EM Entité de maintenance
TC Termination de commutateur
TL Termination de ligne
MUX NUM Multiplexeur numérique
AEM Assemblage d'entités de maintenance
SEM Sous-entité de maintenance |
|---------------------------|---------------------------------|---|

FIGURE 1/M.20
 Concept d'entité de maintenance pour les réseaux de transmission numériques



- | | |
|---|--|
| TR Termination de réseau
TL Termination de ligne
AT Adaptateur de terminal | TC Termination de commutateur
ET Equipement terminal
EM Entité de maintenance |
|---|--|

FIGURE 2/M.20
 Concept d'entité de maintenance pour le réseau d'abonné au RNIS

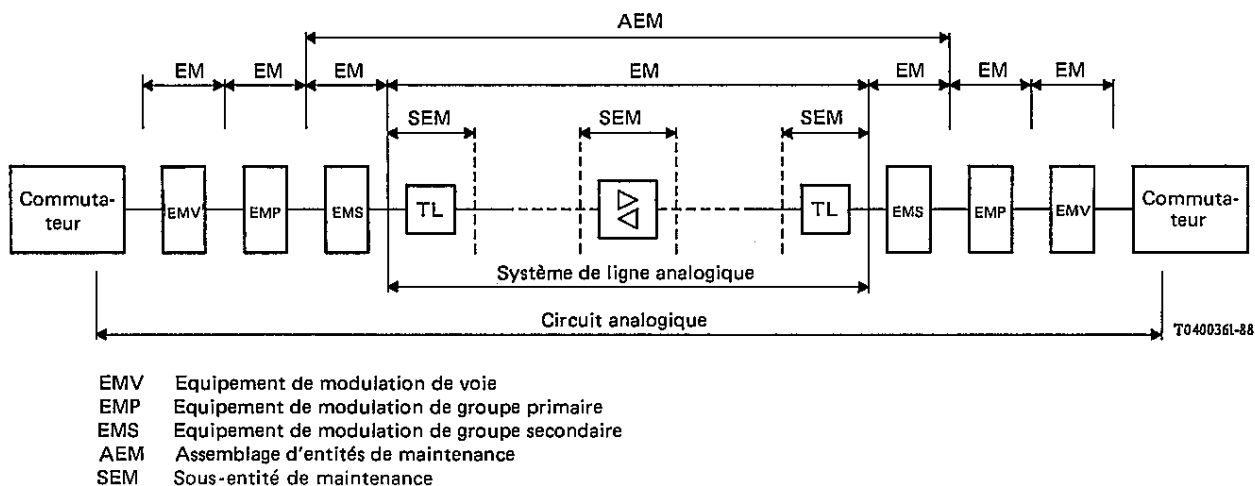


FIGURE 3/M.20
 Concept d'entité de maintenance dans le cas de réseaux analogiques

3.1.1 Définition de l'entité de maintenance

Les entités de maintenance sont définies par les principes ci-après:

- les différents équipements d'un réseau de télécommunications constituant les entités de maintenance (EM) sont interconnectés en des points d'interface consécutifs et facilement identifiables auxquels s'appliquent les conditions d'interface définies pour ces équipements et qui peuvent détecter les événements de maintenance et les dérangements².
- si l'équipement de télécommunications supporte des transmissions bidirectionnelles, il comporte normalement des équipements de télécommunications transmettant dans les deux directions et les deux directions sont alors considérées comme faisant partie de la même EM;
- lorsqu'une défaillance se produit dans un réseau, il est souhaitable que l'indication d'information d'alarme de maintenance apparaisse dans l'EM en dérangement. Si cela n'est pas faisable, l'indication doit apparaître dans l'entité la plus proche possible;
- les indications d'information d'alarme de maintenance qui apparaissent dans une entité ne devraient pas causer d'indications d'information d'alarme dans d'autres entités. Dans le cas où de telles indications sont autorisées, il devrait être clairement indiqué que la défaillance s'est produite en amont, et non dans les autres entités présentant l'information.

L'application de ces quatre principes donne l'assurance que c'est le personnel de maintenance responsable qui sera appelé à intervenir et, d'une manière générale, qu'aucune activité de maintenance superflue ne sera entreprise ailleurs.

Dans un réseau numérique intégré, par exemple, les répartiteurs numériques présentent des points facilement identifiables. Même dans un réseau sans répartiteur numérique, il sera possible d'identifier un point équivalent, auquel les conditions d'interface définies s'appliquent. Il est possible d'avoir accès, sur une base virtuelle, à l'interface entre les terminaisons de commutateur et le commutateur numérique.

3.1.2 Une EM doit accomplir une fonction déterminée entre des interfaces de transmission (voir la figure 4/M.20). La qualité est contrôlée par détection interne des dérangements et indiquée à l'interface de maintenance soit automatiquement après un dérangement, soit en réponse à une demande d'information de maintenance.

² S'il n'existe pas de point d'interface aisément identifiable, le point d'interface peut être remplacé par un point permettant un fractionnement par fonctions, par exemple, mise en boucle ou contrôle de la qualité.

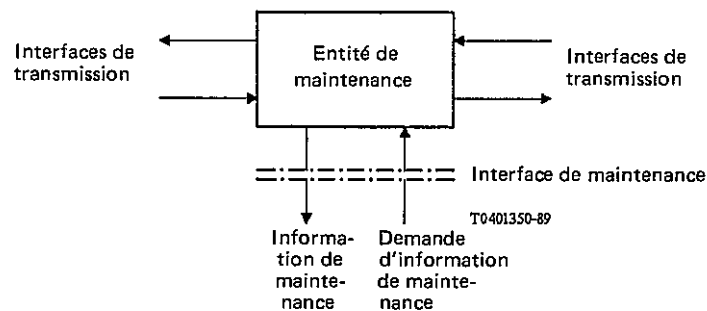


FIGURE 4/M.20
Interface d'entité de maintenance

De plus, l'interface de maintenance peut exécuter d'autres opérations et fonctions d'administration. Plusieurs types d'interfaces de maintenance sont décrits dans la Recommandation M.30 qui traite du réseau de gestion des télécommunications (RGT).

3.1.3 Définition de l'assemblage d'entités de maintenance

Un assemblage d'entités de maintenance (AEM) est défini par les principes suivants:

- un AEM comprend un groupe d'EM assemblées à des fins de maintenance additionnelles;
- les principes qui s'appliquent aux EM s'appliquent également aux AEM;
- un AEM peut détecter des défaillances et des informations sur les événements de maintenance indétectables par une EM;
- un AEM peut fournir des informations d'alarme de maintenance de bout en bout que ne pourrait pas fournir une EM;

Les informations de bout en bout peuvent être recueillies par des moyens de supervision additionnels.

3.1.4 Définition de la sous-entité de maintenance (SEM)

Une sous-entité de maintenance est définie par les principes suivants:

- les différentes parties d'une SEM constituant les EM sont interconnectées à des points d'interface consécutifs et faciles à identifier;
- lorsqu'une défaillance se produit à l'intérieur d'une SEM, il est souhaitable que l'indication d'information d'alarme de maintenance apparaisse à l'entité de maintenance défaillante qui contient la SEM;
- une SEM défaillante devrait être identifiée comme défaillante par le processus de localisation des dérangements, mais ne devrait conduire qu'à l'identification de l'EM en panne par le processus de supervision;
- une SEM correspond généralement à l'élément remplaçable durant les opérations de routine en cas de défaillance.

3.1.5 Le choix des EM, AEM et SEM devrait être compatible avec l'organisation de la maintenance d'une Administration (Recommandations M.710, M.715 à M.725).

3.1.6 Relation entre entité de maintenance et élément de réseau

La relation entre entité de maintenance et élément de réseau est définie dans la Recommandation M.30.

3.2 Notion de défaillance

Les définitions et classifications suivantes sont applicables aux notions de défaillance.

3.2.1 Anomalies

Une anomalie est une différence entre les caractéristiques effectives et les caractéristiques souhaitées d'un élément.

La caractéristique souhaitée peut être exprimée sous forme de spécification.

Une anomalie peut affecter, ou non, la capacité de l'élément considéré à assumer une fonction requise.

Comme exemple pour un multiplexeur, un type d'information élémentaire qui peut être détectée est l'erreur du mot de verrouillage de trame. Cette information élémentaire est une anomalie. D'autres exemples d'anomalies se trouvent dans la Recommandation M.550.

3.2.2 *Fautes (ou défauts)*

Une faute est une interruption limitée de la capacité d'un élément à assumer une fonction requise. Elle peut ou non entraîner des actions de maintenance suivant les résultats d'analyses complémentaires.

Une suite d'anomalies entraînant une diminution de la capacité d'un élément d'équipement à assumer la fonction requise est considérée comme une faute.

A titre d'exemple, il est recommandé dans les Recommandations de la série G.700 [3] que trois mots de verrouillage de trame erronés consécutifs donnent une perte de verrouillage de trame. Cette perte de verrouillage de trame est une faute. D'autres exemples de fautes se trouvent dans la Recommandation M.550.

Le processus d'utilisation des anomalies et fautes est expliqué au § 3.3.

3.2.3 *Défaillances*

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'un élément d'équipement à accomplir une fonction requise.

L'analyse d'anomalies ou de fautes successives affectant le même élément d'équipement peut conduire à considérer l'élément d'équipement comme «défaillant».

3.2.3.1 *Classification des défaillances*

La gravité d'une défaillance dépend de son effet. Cet effet peut être lié:

- aux besoins des abonnés en ce qui concerne la qualité de service du réseau;
- à la probabilité que des défaillances multiples se produisent, avec pour résultat une détérioration de la qualité vue par le client;
- à la perte probable de recettes pour l'Administration.

Les défaillances peuvent être classés selon leur importance et leurs incidences sur la qualité du service fourni aux abonnés et sur la performance technique du réseau:

- défaillances qui entraînent une interruption complète du ou des services pour un ou plusieurs abonnés;
- défaillances qui entraînent une interruption partielle du ou des services (par exemple, dégradation de la qualité de transmission) pour un ou plusieurs abonnés;
- défaillances qui diminuent la performance de disponibilité de l'équipement et/ou du réseau, mais n'affectent pas les abonnés;
- une défaillance peut être aussi bien une condition permanente qu'intermittente et ceci peut influencer son effet sur le réseaux;
- la gravité d'une défaillance intermittente peut être déterminée en mesurant le temps d'indisponibilité, le temps de disponibilité et le taux de défaillance de l'EM. Ces termes sont définis dans le supplément no 6 du fascicule II.3 [4].

3.2.4 *Panne (ou dérangement)*

Inaptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, non comprise l'inaptitude due à la maintenance préventive, à un manque de moyens extérieurs ou des autres actions prévues.

Remarque – Une panne est souvent la conséquence d'une défaillance de l'entité elle-même, mais elle peut exister sans défaillance préalable.

3.3 *Supervision du réseau*

La supervision d'un réseau est un processus dans lequel les anomalies et les fautes détectées par les EM ou AEM sont analysées et vérifiées. Cette analyse peut être interne ou externe. Dans le second cas, elle peut se faire localement ou de façon centralisée.

Pour la maintenance, ce processus de supervision fait nécessairement intervenir les phases suivantes:

- a) Repérage de l'équipement «défaillant», ou de l'équipement dans lequel une panne est soupçonnée ou une défaillance est jugée imminente et ce, en général, par des procédés d'identification analytiques ou statistiques. La supervision recouvre trois processus s'effectuant en parallèle de façon continue:
 - supervision des anomalies [courte période];

- supervision des fautes [moyenne période], et
- supervision des défauts de fonctionnement [longue période].

Chaque processus est relié au suivant par les données caractéristiques correspondantes, par exemple, accumulation de données relatives à des anomalies ou à des fautes. Les processus de supervision des anomalies et des fautes indiquent respectivement que l'état d'anomalie ou de faute a été atteint. Le processus de supervision du défaut de fonctionnement permet d'évaluer le niveau qualitatif de fonctionnement de l'entité de maintenance et de le classer comme normal, dégradé ou inacceptable. Ces niveaux sont déterminés à partir des anomalies et des fautes signalées et analysées au cours d'un intervalle de temps donné. Les niveaux délimitant les seuils de fonctionnement dégradé ou inacceptable et la période de traitement sont définis pour chaque anomalie ou faute ou groupes d'anomalies et fautes et chaque type d'entité. Des indications de niveaux de fonctionnement dégradé ou inacceptable sont fournies lorsque le seuil correspondant est dépassé. Ce processus est représenté à la figure 5/M.20.

- b) Notification des défaillances, à l'intention du personnel chargé de la maintenance.
- c) Communication au personnel chargé de la maintenance, de données relatives aux caractéristiques fonctionnelles spécifiques du réseau (trafic, état de l'équipement, défauts de fonctionnement particuliers, etc). Ces informations peuvent être transmises systématiquement ou sur demande.
- d) Protection du système par communication, à tous les éléments du réseau concernés, des informations nécessaires pour déclencher automatiquement un mécanisme de protection interne ou externe, par exemple reconfiguration, réacheminement du trafic, etc.
- e) Modification du processus de supervision en raison:
 - du type de service offert sur une partie donnée du réseau;
 - de l'heure, du jour.

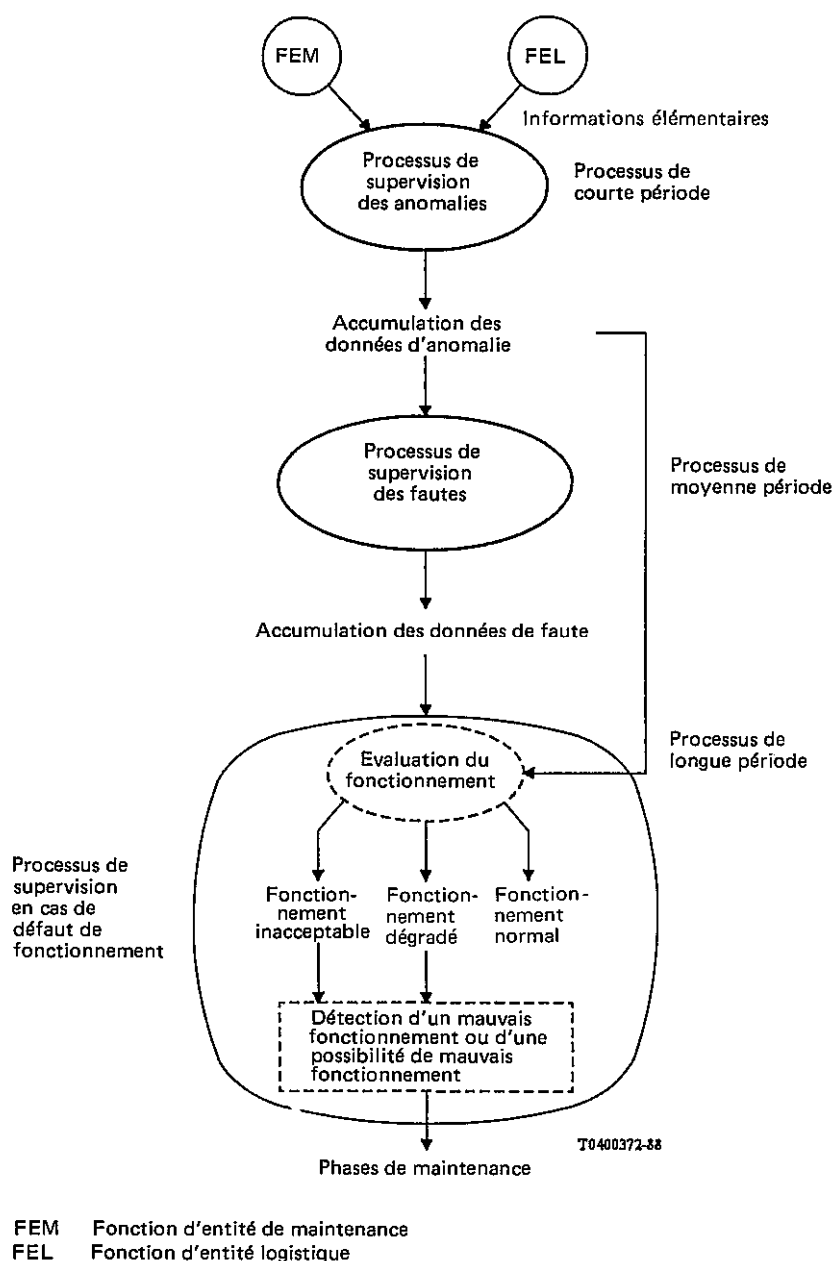


FIGURE 5/M.20
Processus de supervision d'une entité de maintenance

4 Mise en service de nouveaux systèmes et circuits de transmission internationaux

4.1 Installation et essais de recette³

Pour de nouveaux systèmes, ces activités peuvent comprendre l'installation nécessaire de nouveaux équipements. Une fois ceux-ci entrés en fonctionnement, l'Administration devrait procéder aux essais nécessaires afin de s'assurer que le nouveau système est conforme aux spécifications. L'essai de recette d'un nouveau système ou de nouveaux équipements devrait être fondé sur la politique établie par l'Administration. Toutefois, des Administrations peuvent souhaiter utiliser les techniques de contrôle du fonctionnement de la Recommandation M.24 pour faciliter les essais de recette de nouveaux systèmes de transmission.

³ L'installation et les essais de recette ne sont généralement pas considérés comme faisant partie de la maintenance.

4.2 *Etablissement et réglage*

Dès qu'une Administration a décidé de mettre en service un nouveau système et (ou) de nouveaux circuits de transmission internationaux, les contacts nécessaires doivent être pris entre les services pour l'échange d'information. Ces services choisissent ensemble les stations directrices et sous-directrice du nouveau système ou du nouveau circuit (voir les Recommandations M.80 et M.90).

Le service technique de chaque Administration est responsable de l'établissement et du réglage des lignes ou des sections de circuit sur son territoire; il est chargé de prendre les dispositions nécessaires pour que les réglages et les essais requis soient effectués par le personnel de la station concernée.

4.3 *Considérations détaillées*

Pour établir une section de ligne ou un circuit qui traverse une frontière, les Administrations devraient conclure des accords bilatéraux sur la base des Recommandations du CCITT et, pour les sections en faisceaux hertziens, des Recommandations du CCIR. Les Administrations devront se reporter aux Recommandations ci-après pour l'examen détaillé lié à la mise en service des entités suivantes:

4.3.1 *Nouveaux systèmes de transmission*

CCITT, tome IV, section 2.3, Recommandations M.450 à M.480 et Recommandation M.24.

4.3.2 *Circuits téléphoniques*

CCITT, tome IV, section 3.1, Recommandations M.570 à M.590.

4.3.3 *Systèmes de signalisation par canal sémaphore*

CCITT, tome IV, section 4, Recommandations M.761 et M.782.

4.4 *Mise en service*

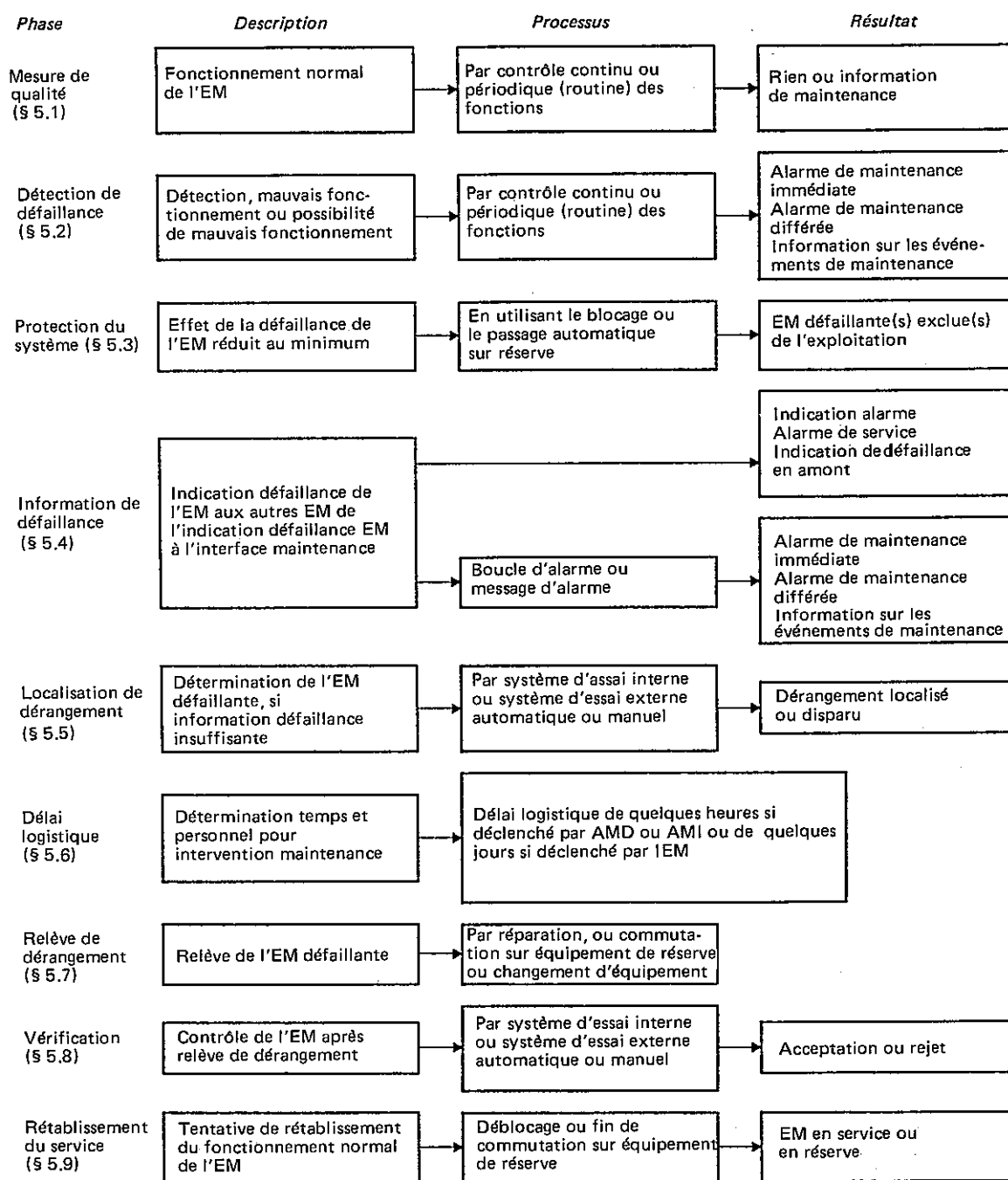
Après s'être assurée, sur la base des rapports fournis par la station sous-directrice, que les essais et réglages appropriés ont été exécutés, la station directrice effectue tous les essais globaux du système ou du circuit. Les résultats des essais globaux sont enregistrés, les bases de données des systèmes d'exploitation sont mises à jour et synchronisées entre les Administrations et le système et (ou) les circuits sont mis en service. A ce moment-là, le système et (ou) les circuits sont pris en mesure de qualité (voir le § 5.1) afin de contrôler et d'assurer la continuité de leur propre fonctionnement.

5 **Phases de la maintenance dans des conditions normales et en cas de dérangement**

Dans les conditions normales du réseau, les renseignements sur la qualité doivent être recueillis à partir des EM de manière continue ou périodique. Ces données peuvent servir à déceler des conditions de dérangement graves qui génèrent des alarmes. Des analyses plus poussées peuvent révéler des dégradations subtiles qui engendrent des informations de maintenance.

Après l'apparition d'un dérangement dans le réseau, un certain nombre de phases de maintenance sont nécessaires pour corriger ce dérangement et protéger, si possible, le trafic affecté par le dérangement s'il a été interrompu.

Par exemple, la figure 6/M.20 représente les phases de maintenance qui interviennent avant et après une défaillance dans une entité de maintenance (EM). Cette figure précise également les paramètres correspondant à ces différentes phases, en fonction desquelles il s'agit de définir différentes stratégies de maintenance. La méthode d'application des divers processus de maintenance doit être définie en fonction du cas d'espèce dans les Recommandations pertinentes. Les phases de maintenance sont décrites ci-après de façon plus détaillée.



T0400130-46

FIGURE 6/M.20
Phases de maintenance dans des conditions normales et en cas de défaillance

5.1 Mesure de qualité

Différents types de mécanismes de mesure peuvent être utilisés:

- contrôle continu;
- essai de routine ou périodique;
- contrôle du comportement en trafic réel;
- contrôle du comportement en l'absence de trafic réel.

Les règles des mécanismes de mesure sont définies à la conception des systèmes; aucune intervention du personnel d'exploitation n'est nécessaire. Dans certaines conditions, cependant, le personnel peut commander des opérations qui peuvent se révéler nécessaires pour un contrôle périodique ou occasionnel, telles que:

- modifier le niveau de priorité d'un processus de contrôle;

- modifier la période nominale dans le cas d'un contrôle périodique;
- exécuter certains contrôles partiels ou récurrents (par exemple, essai sur demande).

Le choix d'un mécanisme de mesure dépend des impératifs de «qualité du service» vue par les abonnés, ainsi que de la performance technique du réseau et de la nature de l'équipement. En outre, plusieurs mécanismes peuvent être exploités dans le même dispositif.

Des mécanismes de mesure typiques sont énumérés ci-après.

5.1.1 *Contrôle continu*

Tant qu'un dispositif est actif, il est contrôlé pour en vérifier le bon fonctionnement. Si le dispositif ne satisfait pas aux tests, il est considéré comme défaillant.

5.1.2 *Essai de routine ou périodique*

Les dispositifs sont essayés périodiquement, les essais étant déclenchés par le système ou par le personnel de maintenance.

La fréquence des essais dépend de l'importance du dispositif, du taux de dérangement et du nombre de dispositifs de ce type présents dans l'élément.

5.1.3 *Contrôle en trafic réel*

Le contrôle du comportement en trafic réel peut être fait directement ou statistiquement.

Le contrôle intervient lorsque l'EM elle-même indique un fonctionnement défectueux, ou s'il y a détection continue d'anomalies ou de fautes.

Toutes les informations élémentaires provenant des différents détecteurs sont retransmises par chaque entité vers une unité de traitement ou traitées localement.

Ces informations permettent de définir les paramètres de fonctionnement.

5.1.3.1 *Traitement des paramètres de qualité*

On utilise des paramètres de qualité tels que: les secondes avec erreurs (SAE), les secondes gravement erronées (SGE) et les minutes dégradées (MD). Ces paramètres particuliers sont définis dans la Recommandation G.821 [5]. Chaque paramètre de qualité (par exemple, SAE, SGE, MD) est traité séparément afin d'évaluer le niveau de qualité de l'entité considérée.

5.1.3.2 *Définition d'un fonctionnement inacceptable*

Le fonctionnement est inacceptable lorsque son niveau de qualité baisse sensiblement et de façon durable. Cette situation peut être assimilée à une défaillance.

La détermination se fait par analyse statistique individuelle des paramètres de fonctionnement, dans un temps donné T1.

Dès que le résultat de l'analyse statistique atteint une valeur de seuil N1 (définie pour chaque entité individuellement), le fonctionnement est dit inacceptable.

Par ailleurs, pour chaque faute correspondant à une interruption de x secondes consécutives, le niveau de fonctionnement de l'entité est également considéré comme inacceptable.

5.1.3.3 *Evaluation d'un fonctionnement dégradé*

Chacun des paramètres de fonctionnement est analysé statistiquement sur un intervalle de temps T2 qui peut être relativement long.

Dès que le résultat de l'analyse statistique atteint une valeur de seuil N2 (à définir), on peut dire qu'il y a dégradation du fonctionnement de l'entité. L'intervalle de temps T2 dépend de l'entité en question.

Cette vérification conduit à des décisions de maintenance prises sur des bases statistiques.

- le nombre de fois que le dispositif exécute sa fonction «normalement» est comparé au nombre de fois que sa performance ne satisfait pas aux prescriptions;
- le temps moyen de fonctionnement est comparé avec les valeurs standards;
- le nombre de fois qu'un dispositif exécute sa fonction pendant une certaine période est comparé avec les valeurs normales.

Si la dégradation se caractérise par une perte de qualité progressive, le personnel chargé de la maintenance doit en être informé avant que cette baisse de qualité ne devienne inacceptable pour l'utilisateur.

5.1.4 *Contrôle en l'absence de trafic réel (trafic nul)*

Le contrôle des fonctions internes d'un système est fait une fois qu'un processus est terminé, ou quand un processus a été déclenché plusieurs fois. Exemples: contrôles opérationnels qui commencent quand un client engage une action pour utiliser le réseau.

5.2 *Détection des défaillances*

Les défaillances doivent être détectées par l'Administration, indépendamment de l'abonné et de préférence avant lui, c'est-à-dire que la majorité des défaillances sont à la fois détectées et corrigées sans que l'abonné en ait connaissance.

Les défaillances sont classées selon leur nature, voir le § 3.2, et peuvent être rangées en différentes catégories selon leur gravité. L'information d'alarme de maintenance correspondante est alors transmise aux entités appropriées.

5.3 *Protection du système*

Quand une défaillance s'est produite ou que le fonctionnement est dégradé, les fonctions suivantes doivent être exécutées:

- comme conséquence du processus de supervision sur période moyenne ou longue, des informations nécessaires doivent être transmises à tout équipement de réseau concerné pour déclencher automatiquement (de préférence) des mécanismes de protection interne ou externe, par exemple, reconfiguration, réacheminement du trafic, etc.,
- décision sur toutes autres actions nécessaires, par exemple, mise «hors service» ou «en essai» d'un dispositif, passage à une configuration avec service minimal ou dégradé.

Une méthode particulière de protection est recommandée pour les systèmes de transmission dans lesquels le rétablissement manuel ou automatique est effectué sur la base d'entités de maintenance:

- a) Si une défaillance se produit sur des entités de maintenance n'ayant pas la possibilité de passer automatiquement sur une liaison de réserve ou ayant cette possibilité, mais sans aucune réserve de disponible, les mesures suivantes devront être prises:
 - 1) provoquer une indication immédiate d'alarme de maintenance permettant d'isoler l'entité de maintenance où se trouve l'équipement défectueux;
 - 2) transmettre un signal d'indication d'alarme (SIA) dans la direction affectée (en aval) ou une indication de défaillance en amont (IDA) à l'équipement qui est exempt de défaillance;
 - 3) donner une indication d'alarme de service aux entités appropriées (c'est-à-dire aux multiplex MIC primaires ou aux jonctions numériques de commutation, à la suite de quoi le circuit peut être retiré du service).
- b) Si une défaillance se manifeste sur une entité de maintenance ayant la possibilité de passer sur une liaison de réserve qui est disponible, les mesures suivantes devront être prises automatiquement:
 - 1) passer sur la liaison de réserve;

Remarque – Les communications seront libérées ou non à la suite d'un passage automatique sur liaison de réserve, suivant les objectifs de qualité de service assignés à chaque entité de maintenance.

 - 2) donner une indication d'alarme de maintenance à l'entité de maintenance contenant l'équipement défaillant.

5.4 *Information sur les défaillances et sur la qualité de fonctionnement*

En cas de défaillance, de fonctionnement inacceptable ou dégradé, des informations sont normalement communiquées au personnel chargé de la maintenance, et les autres parties du réseau en sont avisées lorsque cela est nécessaire.

Les informations destinées au personnel sont disponibles soit au niveau de l'entité elle-même lorsque le traitement des anomalies ou des fautes est interne, soit par l'intermédiaire de l'unité qui assure le traitement, s'il s'agit d'un traitement externe.

5.4.1 *Catégories d'informations d'alarme*

Les informations d'alarme de maintenance suivantes peuvent être fournies en cas de défaillance, de fonctionnement inacceptable ou dégradé:

a) Alarme de maintenance immédiate (AMI)

Une alarme de maintenance immédiate est engendrée afin que le personnel de maintenance entreprenne les actions nécessaires pour retirer du service un équipement défectueux, rétablir un service convenable et réparer l'entité de maintenance défaillante.

b) Alarme de maintenance différée (AMD)

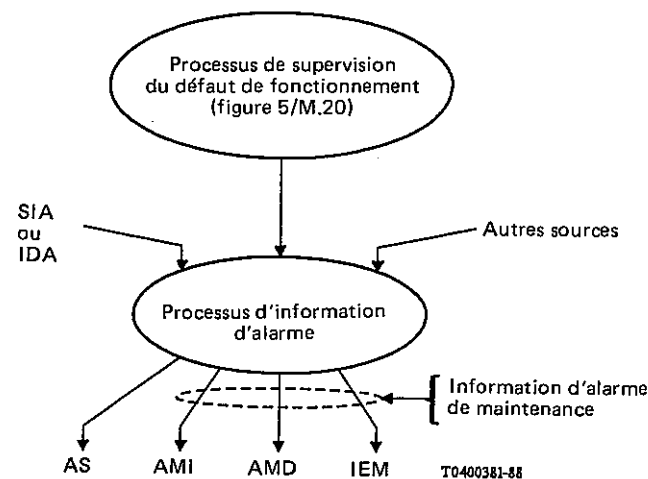
Une alarme de maintenance différée est engendrée lorsqu'il n'est pas nécessaire que le personnel de maintenance intervienne immédiatement, par exemple, lorsque la qualité se situe en dessous de la norme, mais que les conséquences n'en justifient pas la mise hors service ou, généralement, que le service est rétabli par passage automatique sur l'équipement de réserve.

c) Information sur les événements de maintenance (IEM)

Cette information doit être engendrée à la suite d'événements quand aucune action immédiate du personnel de maintenance n'est requise parce que la performance totale n'est pas en danger. Les actions de maintenance peuvent être exécutées selon un programme ou après accumulation d'informations sur les événements de maintenance.

La figure 7/M.20 établie à partir du processus de supervision de la figure 5/M.20, d'un mauvais fonctionnement, représente le processus d'information d'alarme dans le cas d'une EM. Les AMI, AMD ou IEM peuvent être déclenchées au niveau de l'EM, ou extérieurement. Dans le second cas, le processus d'information d'alarme permet d'adjoindre des informations provenant d'autres sources (autres EM, données horaires, charge de trafic, etc.) aux données fournies dans le cadre du processus de supervision de mauvais fonctionnement, ce qui permet d'établir s'il y a lieu de transmettre une AMI, une AMD ou une IEM. A la réception du SIA ou de l'IDA, une EM peut être appelée à produire une AS.

Le processus de supervision de mauvais fonctionnement et le processus d'information d'alarme, et notamment les AMI, AMD et IEM, peuvent également s'appliquer à des matériels autres que de télécommunications.



SIA	Signal d'indication d'alarme
IDA	Indication de défaillance en amont
AS	Alarme de service
AMI	Alarme de maintenance immédiate
AMD	Alarme de maintenance différée
IEM	Information sur les événements de maintenance

FIGURE 7/M.20
Processus d'information d'alarme

5.4.2 Autres indications de dérangement et de service

Afin d'éviter des actions de maintenance inutiles, et de signaler l'indisponibilité du service, on utilise les indications de dérangements suivantes:

- Signal d'indication d'alarme (SIA)

Par signal d'indication d'alarme (SIA), il faut entendre un signal associé à une entité de maintenance; autant que possible, ce signal est transmis dans la direction affectée (vers l'aval) en lieu et place du signal normal et indique aux entités non défectueuses qu'une défaillance a été repérée et que les autres alarmes de maintenance consécutives à cette défaillance doivent être neutralisées.

Remarque 1 – Le SIA est différent d'une «information d'alarme vers l'extrémité distante»; voir le § 5.4.4.

Remarque 2 – La capacité du SIA n'impose aucune restriction au contenu binaire des signaux pouvant être transmis par la hiérarchie numérique au multiplex primaire et à des niveaux supérieurs. Les incidences des débits binaires égaux ou inférieurs au niveau de 64 kbit/s sont à l'étude, car une certaine ambiguïté subsiste entre le SIA et un signal d'information composé entièrement de «1».

Remarque 3 – Pour une entité de maintenance ayant des extrémités à destinations multiples (dans des réseaux avec des systèmes à satellites AMRT/CNP) des signaux d'indication d'alarme, sur circuits, peuvent être utiles. Cette question est à l'étude.

Remarque 4 – Dans le cas particulier du niveau hiérarchique 44 736 kbit/s, le SIA est défini comme un signal:

- i) avec des bits pour le signal de verrouillage de trame valide, le contrôle de parité et l'indication de justification tels que définis dans le tableau 2/G.752 [6];
- ii) avec les bits affluents mis à une séquence 1010 . . . , en commençant par un un («1») binaire pour chaque bit de verrouillage de trame, de verrouillage de multitrème et d'indication de justification;
- iii) et avec tous les bits d'indication de justification mis à zéro («0») binaire.

Les démultiplexeurs du niveau hiérarchique 44 736 kbit/s doivent produire le SIA tout en 1 à leurs sorties affluentes lorsqu'elles reçoivent le SIA à 44 736 kbit/s à leurs entrées à grande vitesse.

– Alarme de service (AS)

Une alarme de service est déclenchée aux entités de maintenance auxquelles se trouvent le début et (ou) la fin de service pour indiquer que ce service n'est plus disponible (par exemple, lorsqu'il n'y a plus de bloc primaire disponible pour établir les communications, le multiplexeur numérique envoie une indication d'alarme de service à l'équipement du central).

L'alarme du service doit être déclenchée dès que la qualité se situe en dessous du niveau prévu pour un service donné. Il est possible que ce niveau coïncide avec celui auquel est donnée une alarme de maintenance immédiate.

– Indication de défaillance en amont (IDA)

L'indication de défaillance en amont donnée par une entité de maintenance signifie que le signal parvenant à cette entité est défectueux. Il indique que la défaillance s'est produite en amont de ce point, aussi n'est-il pas entrepris d'activité de maintenance inutile.

L'apparition d'une alarme révèle soit un dérangement dans l'équipement qui engendre cette alarme, soit une défaillance du signal d'arrivée (défaillance en amont). Pour faire la distinction entre ces deux possibilités, il est nécessaire de procéder à un essai indépendant soit du signal d'entrée, soit de l'équipement qui engendre l'alarme. La parité du signal d'entrée, par exemple, peut être vérifiée par un dispositif de contrôle incorporé à l'équipement de commutation et de protection. Si le signal d'entrée est défectueux, il faut s'attendre à une défaillance en amont. Quant à l'équipement qui déclenche l'alarme, il peut être contrôlé à part, par exemple, après mise en boucle, et s'il fonctionne bien, ce sera l'indice d'une défaillance en amont.

Remarque – Pour une entité de maintenance à destinations multiples (par exemple, dans les réseaux avec systèmes par satellite AMRT/CNP) des signaux d'indication d'alarme acheminés sur circuits peuvent se révéler utiles. Ce sujet est à l'étude.

5.4.3 *Transmission et présentation d'informations d'alarme*

L'information de dérangement à l'interface d'alarme est utilisée pour déterminer l'EM ou partie d'EM défaillante. L'information peut être présentée soit localement, soit à distance via un système de collecte d'alarmes.

Les alarmes peuvent être présentées comme:

- une indication à une interface d'alarme (par exemple, fonction de contact, signal courant continu);
- un message d'alarme à l'interface homme/machine.

5.4.4 *Information d'alarme à l'extrémité distante*

Les équipements sources de signaux numériques multiplexés (multiplexeurs ou centraux) peuvent, en cas de dérangement, transmettre des informations d'alarme dans un bit ou plusieurs bits spécifiés de la trame. Cette information permet une évaluation au terminal distant (à l'extrémité de la liaison numérique). Exemple: voir les Recommandations G.704 (§ 2.3.2) [7], G.732 (§ 4.2.3) [8] et G.733 (§ 4.2.4) [9].

5.5 Localisation des dérangements

Quand l'information initiale sur la défaillance est insuffisante pour localiser le dérangement dans une EM défaillante, elle doit être complétée par des informations obtenues des moyens supplémentaires de localisation des dérangements. Ces moyens peuvent employer des systèmes d'essai internes ou externes à l'EM, déclenchés manuellement ou automatiquement, à l'extrémité locale et/ou distante.

Un système d'essai desservant une ou plusieurs EM peut avoir les fonctions suivantes:

- collecte d'alarmes, par exemple, par échantillonnage d'interfaces d'alarme et assemblage de messages d'alarme;
- demande d'informations sur les défaillances, par exemple, en s'adressant à différentes EM;
- programmes d'essai, par exemple, pour la sélection d'alarmes essentielles, édition, etc.;
- contrôle de dispositifs spéciaux, par exemple, pour la mesure en boucle de caractéristiques électriques;
- affichage de résultats, par exemple, pour toutes les EM d'une région de réseau.

Il faut particulièrement noter que:

- la durée des actions de maintenance corrective et l'activité des centres de réparation (ces centres de réparation peuvent recevoir des dispositifs ou sous-dispositifs non défaillants) sont fortement conditionnées par l'efficacité de la localisation (qui n'a pas encore été définie);
- si une EM peut être subdivisée en SEM, la SEM en dérangement devrait être identifiée comme en dérangement dans le processus de localisation des dérangements;
- pour les dispositifs interchangeable, le dispositif défaillant doit être identifié sans ambiguïté.

5.6 Délai logistique

5.6.1 Le délai logistique est le temps qui s'écoule entre la localisation du dérangement et l'arrivée du personnel de maintenance sur le site. Dans le cas d'un RNIS, le délai logistique dépend du type de défaillance et de la façon dont il est signalé, c'est-à-dire par AMI, AMD ou IEM.

5.6.2 Après une alarme de maintenance immédiate (AMI) ou différée (AMD), la relève du dérangement est faite normalement au cours d'une visite spéciale du personnel de maintenance. Le délai logistique peut aller de quelques heures dans le premier cas (AMI) à quelques jours dans le second (AMD).

5.6.3 Après une IEM, qui indique qu'une action immédiate n'est pas nécessaire, l'action de maintenance peut être reportée jusqu'à la prochaine visite de maintenance programmée à moins qu'une accumulation d'IEM rende nécessaire une action dans des délais plus courts.

5.7 Relève des dérangements

La relève des dérangements exige normalement de changer ou de réparer une EM ou une SEM ou partie d'EM ou de SEM. Un ou plusieurs dérangements peuvent être relevés au cours d'une visite du personnel de maintenance. Il est souhaitable que des stratégies soient développées pour exécuter des relèves de dérangement satisfaisant aux objectifs de maintenance globale, avec un nombre minimal de visites, en utilisant le concept de délai logistique.

Les dispositifs interchangeable défaillants seront envoyés à un centre de réparation spécialisé, où un équipement d'essai approprié est disponible (le système lui-même ne doit pas servir de machine d'essai).

Normalement la coopération entre les éléments de maintenance des différentes Administrations permet l'identification et la correction des dérangements. Dans certaines circonstances cependant l'appel à la procédure de transfert en escalade définie dans la Recommandation M.711 sera nécessaire.

5.8 Vérification

Après que le dérangement a été corrigé, des contrôles doivent être faits pour s'assurer que l'EM fonctionne convenablement. La vérification peut être faite localement ou à distance.

5.9 Rétablissement du service

La partie rétablie de l'EM ou de la SEM est remise en service. Les EM bloquées sont débloquées et l'on peut repasser sur liaison normale.

6 Activités de maintenance supplémentaires

Outre les phases susmentionnées, les activités suivantes peuvent être nécessaires.

6.1 *Logistique de maintenance*

La logistique de maintenance recouvre les fonctions identifiées ci-après:

- gestion d'information sur l'équipement de réseau en fonctionnement;
- gestion des données d'exploitation (surtout données d'acheminement);
- instructions pour la réparation du matériel et du logiciel;
- réparation des dispositifs amovibles;
- gestion des stocks de maintenance;
- documentation sur le réseau et l'équipement.

La quantité de pièces de rechange dépend de divers facteurs:

- organisation des entités de maintenance;
- taux de défaillance des dispositifs;
- temps de rotation (temps réel de réparation et de transport);
- nombre de dispositifs en fonctionnement;
- risque qu'aucune pièce de rechange ne soit disponible.

6.2 *Statistiques des défaillances*

Si toutes les défaillances sont enregistrées, cette information, après traitement, peut avoir divers usages organisationnels:

- a) Gestion, par exemple, évaluation de la qualité du système.
- b) Organisation de la maintenance, par exemple, utilisation des équipements d'essai, réclamations des abonnés comparées aux résultats des essais, quantité de pièces de rechange.
- c) Activités de maintenance, par exemple, repérer les composants fragiles où des actions de maintenance préventive sont nécessaires.

6.3 *Actions de maintenance préventive*

Les parties mécaniques (comme les têtes magnétiques) doivent être inspectées périodiquement.

Après analyse des statistiques de défaillances, on peut prendre la décision d'échanger des dispositifs avant même que des défaillances ne se produisent, s'ils semblent fragiles.

7 Autres considérations de maintenance

7.1 *Considérations relatives à la fréquence d'essai de référence*

(à l'étude).

7.2 *Utilisation de lignes et de boucles d'essai de maintenance*

(à l'étude).

Références

- [1] Recommandation du CCITT *Spécifications pour l'appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation du CCITT AAMT no 2*, tome IV, Rec. O.22.
- [2] Supplément du CCITT *Nouvelle organisation de l'exploitation et de la maintenance dans le centre de télécommunication intercontinental Italcable à Milan*, tome IV, supplément no 6.2.

- [3] Recommandations du CCITT, série G.700, *Réseaux numériques*, tome III, Rec. G.700 à G.956.
- [4] Supplément du CCITT *Termes et définitions pour les études sur la qualité de service, la qualité technique du réseau, la sûreté de fonctionnement et la traficabilité*, tome II, fascicule II.3, supplément no 6.
- [5] Recommandation du CCITT *Qualité en terme d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services*, tome III, Rec. G.821.
- [6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage numériques fondés sur un débit binaire du deuxième ordre (6312 kbit/s) utilisant une justification positive*, tome III, Rec. G.752.
- [7] Recommandation du CCITT *Caractéristiques fonctionnelles des jonctions associées aux noeuds d'un réseau*, tome III, Rec. G.704.
- [8] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.732.
- [9] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.733.

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
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication