

Union internationale des télécommunications

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.971**

(06/2004)

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

Sections numériques et systèmes de lignes numériques –  
Systèmes de câbles optiques sous-marins

---

**Caractéristiques générales des systèmes de  
câbles optiques sous-marins**

Recommandation UIT-T G.971

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
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
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
<b>Systèmes de câbles optiques sous-marins</b>	<b>G.970–G.979</b>
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.989
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
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

# **Recommandation UIT-T G.971**

## **Caractéristiques générales des systèmes de câbles optiques sous-marins**

### **Résumé**

La présente Recommandation s'applique aux systèmes de câbles optiques sous-marins. Elle a pour but d'identifier les principales caractéristiques des systèmes de câbles optiques sous-marins et de fournir des informations générales sur les Recommandations applicables dans le domaine des systèmes de câbles optiques sous-marins. Les aspects d'implémentation communs à tous les systèmes en question sont exposés à l'Annexe A. (Les informations propres à chacun des systèmes de câbles optiques sous-marins sont présentées en annexe à d'autres Recommandations.) Les renseignements sur les navires câbliers et les équipements submersibles de divers pays ont été mis à jour et sont récapitulés à l'Appendice I.

### **Source**

La Recommandation UIT-T G.971 a été approuvée le 13 juin 2004 par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

### **Historique**

12-03-1993: la Rec. UIT-T G.971 (V1.0) a été élaborée par la Commission d'études 15 (1993-1996) de l'UIT-T.

11-11-1996: la Rec. UIT-T G.971 (V2.0) a été révisée par la Commission d'études 15 (1993-1996) de l'UIT-T.

04-04-2000: la Rec. UIT-T G.971 (V3.0) a été révisée par la Commission d'études 15 (1997-2000).

13-06-2004: la Rec. UIT-T G.971 (V4.0) a été révisée par la Commission d'études 15 (2001-2004). Cette révision a permis de mettre à jour l'Appendice I, c'est-à-dire les renseignements sur les navires câbliers et les équipements submersibles de divers pays. Par ailleurs, toutes les informations spécifiques utilisées couramment dans les Recommandations consacrées au sujet en question ont été reprises dans l'Annexe A.

Comme on peut le constater, la présente Recommandation a considérablement évolué au fil des ans; aussi le lecteur voudra-t-il faire attention à l'année de publication de la version qu'il utilise pour déterminer les caractéristiques des équipements et matériels déjà mis en œuvre. En effet, si ces derniers sont tenus d'être conformes aux dispositions de la Recommandation qui était en vigueur à la date de leur production, ils peuvent ne pas être totalement conformes à celles de versions ultérieures.

## 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 2005

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..... 1
3	Termes et définitions ..... 1
4	Abréviations..... 1
5	Caractéristiques des systèmes de câbles optiques sous-marins ..... 2
6	Relation entre les Recommandations applicables aux systèmes de câbles optiques sous-marins ..... 3
Annexe A – Aspects d'implémentation communs aux systèmes de câbles optiques sous-marins aux fins de fabrication, d'installation et de maintenance..... 4	
A.1	Introduction ..... 4
A.2	Fabrication..... 4
A.3	Installation du système ..... 5
A.4	Mise en service du système ..... 7
A.5	Maintenance ..... 7
Appendice I – Renseignements sur les navires câbliers et les équipements submersibles de divers pays ..... 9	



# Recommandation UIT-T G.971

## Caractéristiques générales des systèmes de câbles optiques sous-marins

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation s'applique aux systèmes de câbles optiques sous-marins.

Elle a pour but d'identifier les principales caractéristiques des systèmes de câbles optiques sous-marins et de donner des informations génériques sur les Recommandations pertinentes concernant les systèmes de câbles sous-marins à fibres optiques. Les aspects d'implémentation communs à tous les systèmes en question sont exposés à l'Annexe A.

### 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. 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 à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- Recommandation UIT-T G.972 (2004), *Définition des termes relatifs aux systèmes de câbles optiques sous-marins*.
- Recommandation UIT-T G.973 (2003), *Caractéristiques des systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques sans répéteurs*.
- Recommandation UIT-T G.974 (2004), *Caractéristiques des systèmes de câbles optiques sous-marins équipés de régénérateurs*.
- Recommandation UIT-T G.975 (2000), *Correction directe d'erreur pour les systèmes sous-marins*.
- Recommandation UIT-T G.975.1 (2004), *Correction directe d'erreur pour les systèmes sous-marins à haut débit et à multiplexage par répartition dense en longueurs d'onde*.
- Recommandation UIT-T G.976 (2004), *Méthodes de test applicables aux systèmes de câbles optiques sous-marins*.
- Recommandation UIT-T G.977 (2004), *Caractéristiques des systèmes de câbles optiques sous-marins à amplification optique*.

### 3 Termes et définitions

Les termes utilisés dans la présente Recommandation sont définis dans la Rec. UIT-T G.972.

### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

BU unité de dérivation (*branching unit*)

CTE équipement de terminaison de câble (*cable terminating equipment*)

PFE équipement de téléalimentation (*power feeding equipment*)

TTE équipement terminal de transmission (*terminal transmission equipment*)

## 5 Caractéristiques des systèmes de câbles optiques sous-marins

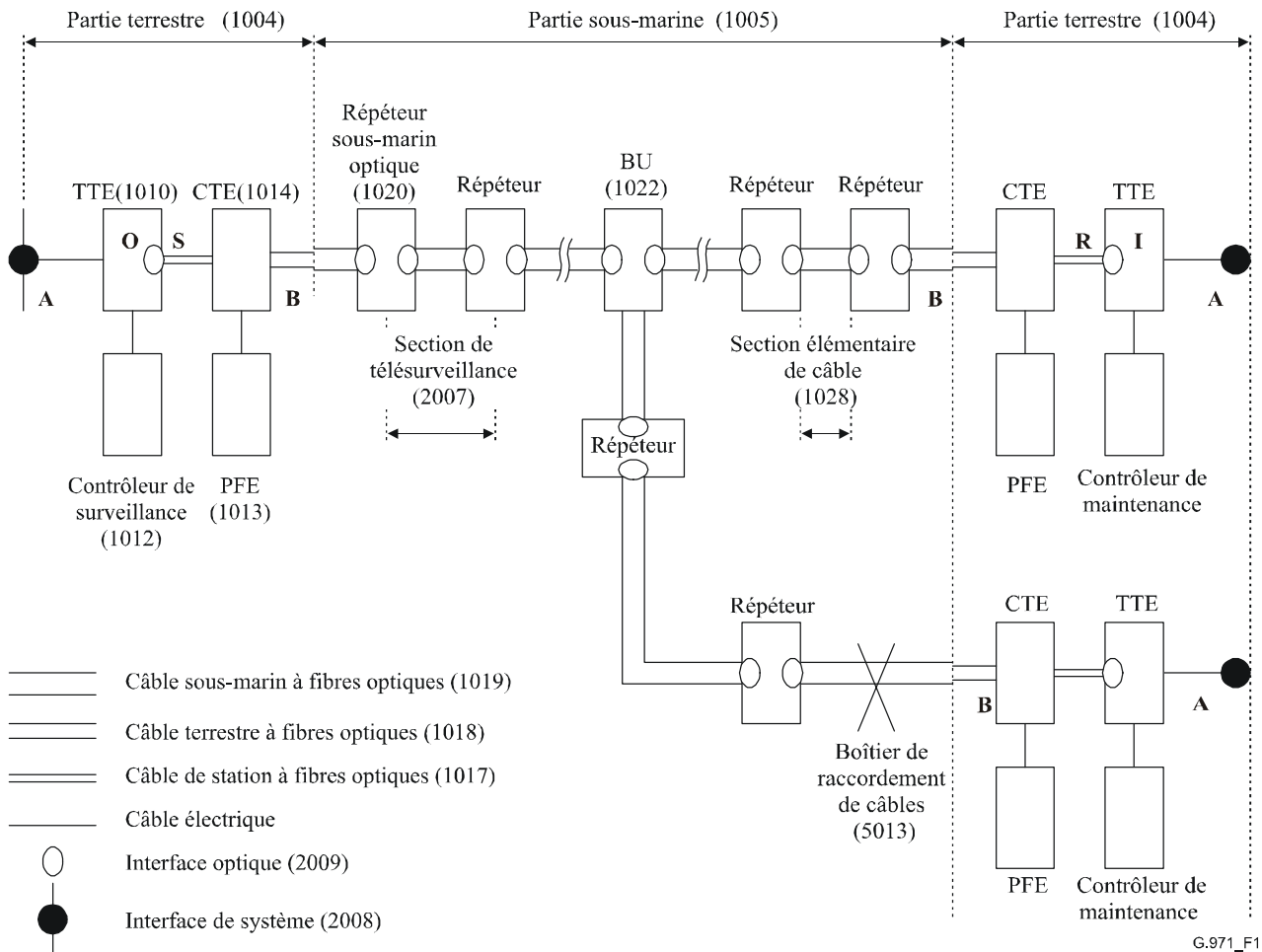
Un système de câbles optiques sous-marins possède des caractéristiques techniques particulières:

- a) un système de câbles sous-marins doit avoir une longue durée de vie et une haute fiabilité; cela tient essentiellement au fait que, en raison de la difficulté d'accès aux équipements immergés, la construction et la maintenance d'une liaison sont longues et coûteuses; en outre, la plupart des liaisons sous-marines ont une importance stratégique dans le réseau de transmission, et l'interruption d'une liaison se traduit généralement par une perte importante de trafic et de recettes.
- b) Un système de câbles sous-marins doit posséder des caractéristiques mécaniques qui permettent:
  - 1) de le positionner sur les fonds marins d'une manière précise, de l'installer avec un mou adéquat et compte dûment tenu des considérations de sécurité; les installations en eau profonde peuvent atteindre 8000 mètres. (En général, les systèmes de câbles sous-marins doivent être installés, enfouis et inspectés par des navires câbliers et des équipements submersibles spécialement conçus à cet effet. Des informations détaillées sur ces navires câbliers et équipements submersibles (ensouilleuses, engins télécommandés, etc.) sont données dans l'Appendice I);
  - 2) de résister aux conditions d'environnement des fonds marins à la profondeur d'installation et notamment à la pression hydrostatique, à la température, à l'abrasion, à la corrosion et aux organismes marins;
  - 3) de le protéger adéquatement (par exemple, par une armure ou par enfouissement) contre les agressions, par exemple, des chaluts et des ancres;
  - 4) de le relever d'une telle profondeur, puis de le réparer et de le reposer compte dûment tenu des considérations de sécurité.
- c) Les caractéristiques des matériaux d'un système de câbles sous-marins doivent permettre à la fibre optique:
  - 1) d'atteindre le niveau de fiabilité attendu tout au long de sa durée de vie nominale;
  - 2) de tolérer les facteurs d'affaiblissement et de vieillissement, notamment les courbures, les tensions, l'hydrogène, les contraintes, la corrosion et le rayonnement.
- d) La qualité de transmission d'un système de câbles sous-marins doit être au minimum conforme à la Rec. UIT-T G.821.

La Figure 1 illustre la configuration de base de systèmes de câbles optiques sous-marins et leur délimitation. Un système peut inclure, selon les besoins, des répéteurs sous-marins optiques ou des unités de dérivation sous-marines optiques.



Sur la Figure 1, A désigne les interfaces système dans la station terminale (où le système doit être raccordé à des liaisons numériques terrestres ou à d'autres systèmes de câbles sous-marins) et B désigne les jonctions littorales ou les points d'atterrissage. Les numéros entre parenthèses sur la figure renvoient à la Rec. UIT-T G.972.



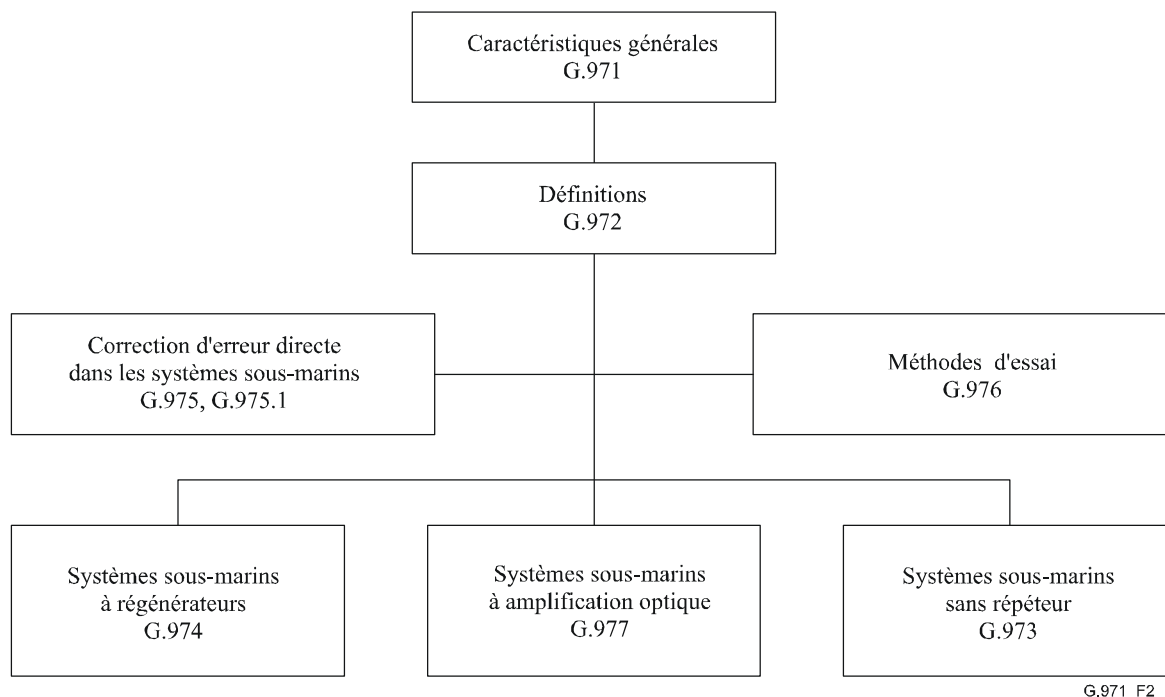
G.971\_F1

- NOTE 1 – A désigne une interface de système.  
 NOTE 2 – B désigne les points d'atterrissage ou les jonctions littorales (1006).  
 NOTE 3 – X désigne un boîtier de raccordement de câbles (5013).  
 NOTE 4 – Les numéros entre parenthèses renvoient à la Rec. UIT-T G.972.

**Figure 1/G.971 – Exemple de systèmes de câbles optiques sous-marins**

## 6 Relation entre les Recommandations applicables aux systèmes de câbles optiques sous-marins

Les relations entre les diverses Recommandations relatives aux systèmes de câbles optiques sous-marins sont indiquées dans l'organigramme présenté sur la Figure 2.



**Figure 2/G.971 – Relation entre les Recommandations applicables  
aux systèmes de câbles optiques sous-marins**

## Annexe A

### **Aspects d'implémentation communs aux systèmes de câbles optiques sous-marins aux fins de fabrication, d'installation et de maintenance**

#### **A.1 Introduction**

La présente annexe décrit brièvement les aspects communs aux systèmes à câbles sous-marins, qui sont spécifiés dans les Recommandations UIT-T G.973, G.974 et G.977, en matière de fabrication, d'installation et de maintenance.

Les informations données dans la présente annexe sont des indications concernant les pratiques actuelles et n'ont pas pour but de donner des Recommandations relatives aux systèmes existants ou futurs.

#### **A.2 Fabrication**

##### **A.2.1 Qualité d'un système de câbles sous-marins à fibres optiques**

L'exigence de haute performance et de fiabilité établie pour un système de câbles sous-marins à fibres optiques ne peut être respectée que si des procédures strictes relatives à la qualité sont appliquées pendant la conception, la fabrication et la pose du système. Ces procédures sont propres à chaque fournisseur de câbles sous-marins à fibres optiques, mais les principes de base suivants s'appliquent de façon générale.

##### **A.2.1.1 Qualification des composants, des assemblages et des techniques**

Cette activité, qui fait partie du processus de développement, est destinée à montrer que les caractéristiques d'une technique, d'un composant ou d'un assemblage sont compatibles avec le respect de la performance globale du système et permettent d'être raisonnablement assuré que

l'objectif de fiabilité pourra être atteint. La qualification inclut des essais sous contrainte élevée, visant à évaluer la robustesse de la technique, du composant ou du sous-assemblage et à déterminer la procédure de tri et les tests de durée de vie à long terme (certains pouvant être accélérés, par exemple par la température), dont le but est de confirmer la validité de la procédure de tri et d'évaluer la durée de vie et/ou la fiabilité de la technique, du composant ou de l'assemblage. La qualification d'un câble ou d'un équipement sous-marin peut également inclure des essais en mer.

#### **A.2.1.2 Certification des composants et des sous-assemblages**

Cette activité, qui fait partie du processus de fabrication, est destinée à garantir l'aptitude de chaque composant ou assemblage à fonctionner conformément à ses spécifications de qualité et de fiabilité une fois installé. Pour les équipements sous-marins, chaque composant est certifié individuellement.

La certification est fondée sur les résultats des tests de tri, visant à supprimer tout élément ou composant non satisfaisant, notamment ceux qui sont exposés à des défaillances prématurées.

#### **A.2.1.3 Inspection en cours de fabrication**

Cette activité, qui fait partie du processus de fabrication, est destinée à vérifier que le plan de qualité est respecté, que chaque opération est accomplie suivant la procédure convenue et que le résultat est satisfaisant.

La responsabilité de l'inspection en cours de fabrication peut être partagée entre le fabricant et les acheteurs d'un système de câbles sous-marins à fibres optiques.

#### **A.2.1.4 Tests d'acceptation en usine**

A la fin de la fabrication de chaque élément (équipement TSE et équipement submersible), il faut exécuter des tests de fonctionnement et de qualité avant que l'équipement ne sorte de l'usine.

Cette activité, menée en usine, doit comprendre tous les tests nécessaires pour confirmer que l'équipement TSE (y compris le logiciel définitif) et l'équipement submersible (répéteur et tronçons de câble) sont prêts pour être installés ou assemblés. Les tests doivent montrer que les exigences de la spécification technique seront respectées par les segments et la totalité du réseau une fois installés ou assemblés, en l'absence de divergence pendant l'installation ou l'assemblage.

Une fois les tests en usine terminés, les équipements peuvent être soumis à un essai de confiance afin de contrôler leur stabilité.

### **A.2.2 Procédure d'assemblage et de chargement**

L'assemblage d'une liaison consiste à raccorder les tronçons de câble, les répéteurs et les unités de dérivation ainsi qu'à contrôler que la marge garantie est présente pour chaque fibre de chaque tronçon de câble, de manière à constituer la partie sous-marine. Cet assemblage est généralement effectué en usine avant le chargement.

Le chargement à bord du navire consiste à installer la partie sous-marine ou des fractions de celle-ci à bord du navire câblé, avant la pose. Pour les opérations de chargement, la liaison est généralement mise hors tension. Des tests sont faits régulièrement pendant le chargement pour confirmer que la performance de l'équipement assemblé n'a pas été affectée par les opérations de chargement.

## **A.3 Installation du système**

### **A.3.1 Analyse du tracé sous-marin**

Avant de poser le câble, une analyse est faite en vue de choisir le tracé et les moyens de protection des câbles (protection légère, armure, enfouissement). L'analyse du tracé consiste à déterminer le profil, la température et les variations saisonnières, la morphologie et la nature des fonds marins, la

position des câbles et conduits existants, l'historique des pannes de câbles, les activités de pêche et d'exploitation minière, les courants marins, l'activité sismique, la législation, etc.

Une étude du tracé des câbles doit normalement être menée avant le début d'une analyse de tracé pour déterminer tous les aspects environnementaux, politiques, économiques et pratiques relatifs au tracé. Pour cela, il faut prendre contact avec les autorités locales et les associations de pêcheurs et inspecter les sites d'atterrissement et les points d'accès selon les besoins.

Il faut également évaluer la possibilité d'enfouissement dans le cadre de l'analyse du tracé, soit par des mesures continues directes: analyse en vue de l'évaluation de l'enfouissement (BAS, *burial assessment survey*) soit par des mesures régulières discrètes: test du pénétromètre conique (CPT, *cone penetrometer testing*).

### **A.3.2 Installation des câbles sous-marins**

La pose d'un câble se fait normalement au moyen d'un navire câblé agréé après avoir effectué tout dégagement nécessaire du tracé en eau peu profonde (par exemple utilisation d'un grappin de prépose (PLGR, *pre-lay grapnel run*)).

Généralement, la pose n'est entreprise que lorsque les conditions météorologiques et maritimes ne sont pas susceptibles d'entraîner un fort risque d'endommagement de la partie sous-marine, du navire câblé et des équipements de pose ou un fort risque de blessure du personnel.

Il est possible d'enfouir le câble au fond de la mer afin d'en augmenter la protection. L'enfouissement peut être entrepris pendant la pose au moyen d'une charrue marine tractée par le navire câblé de pose ou après la pose au moyen d'un robot submersible à autopropulsion ou par un autre moyen.

Pendant l'installation, on pose une certaine longueur supplémentaire de câble (mou), de manière à garantir que le câble repose convenablement au fond de la mer.

Le système doit être testé pendant la pose et à la fin de la pose, de manière à garantir qu'aucune dégradation importante du système ne s'est produite. Ces tests comprennent des tests de transmission et de fonctionnement et peuvent comprendre des tests sur des sous-assemblages redondants. Pour que des tests puissent être faits pendant la pose du câble, la liaison peut être mise sous tension, sous réserve que les règles de sécurité soient respectées.

### **A.3.3 Installation des câbles terrestres et tests**

Les tests sur les câbles terrestres seront réalisés à la fin de leur installation au niveau de chaque site pour confirmer la performance.

En particulier, le système de retour par la terre sera testé après son installation.

### **A.3.4 Installation des équipements de stations terminales et tests**

Une fois terminée l'installation des équipements d'une station terminale de câble, un programme de tests d'acceptation sur le site doit être exécuté sur la base du programme de tests d'acceptation en usine déjà exécuté. Les résultats des deux programmes doivent être comparés. En cas de divergence, il faut déterminer la cause des irrégularités.

Il faut tester tous les équipements fournis en réserve pour vérifier qu'ils fonctionnent correctement en les mettant à la place des équipements de travail.

A la fin de la série de tests, les équipements doivent être soumis à un essai de confiance continu à définir en fonction du type d'équipement.

Après les tests d'acceptation sur le site pour chaque élément, il faut interconnecter les équipements pour contrôler leur interopérabilité. Un plan de tests d'intégration spécifique doit alors être exécuté. Les résultats obtenus peuvent être comparés aux résultats précédents (y compris la démonstration technique). En cas de divergence, il faut déterminer la cause des irrégularités.

## **A.4 Mise en service du système**

Des tests de mise en service sont réalisés avant de faire passer du trafic dans le système pour garantir que le système respecte l'exigence contractuelle globale de qualité de transmission et que toutes les fonctionnalités relatives à la gestion de réseau sont en service. Lorsque des marges supplémentaires sont indiquées en début de vie (BOL, *beginning of life*), il est recommandé de les évaluer une par une pour suivre le vieillissement du système.

En cas de recours à la redondance pour garantir la fiabilité, on peut utiliser des composants redondants pour remédier aux pannes se produisant pendant la pose ou avant la mise en service. Toutefois, le but est de s'assurer que le nombre de dispositifs redondants restant disponibles suffit pour pouvoir répondre, avec une forte probabilité, à l'objectif du nombre de réparations par navire.

A la fin de la mise en service du système, il faut faire un essai de confiance continu hors service du segment de transmission. Il faut établir des procédures soigneusement contrôlées pour éviter d'introduire des erreurs humaines. Il faut examiner toute irrégularité, toute alarme de variation ou tout événement anormal observé.

## **A.5 Maintenance**

### **A.5.1 Maintenance périodique**

La maintenance périodique est effectuée à partir des stations terminales au moyen du système de surveillance. Elle consiste à contrôler régulièrement les paramètres du système et, en cas de besoin, à procéder à une commutation préventive sur élément redondant.

### **A.5.2 Maintenance en mer**

Les systèmes de câbles sous-marins à fibres optiques peuvent être sujets à des pannes dues notamment à des agressions externes ou à des défaillances de composants. Il est important de définir et de mettre au point des procédures et des équipements de réparation bien établis et efficaces pour faciliter la réparation et limiter les pertes de trafic.

La maintenance en mer est généralement effectuée au moyen de navires câbliers de réparation spécialisés.

#### **A.5.2.1 Localisation des pannes**

En ce qui concerne les systèmes équipés de répéteurs sous-marins optiques, le système de surveillance permet de procéder à une première localisation à un tronçon de surveillance près.

En ce qui concerne les tronçons de câble situés aux extrémités, on peut localiser les pannes à partir des stations terminales, en utilisant des mesures électriques adéquates (résistance, capacité, isolement, etc.) et la réflectométrie optique.

De même, la localisation des pannes dans un câble peut se faire depuis le navire câblier après relevage du câble, en appliquant les mêmes méthodes.

On peut recourir à l'electroding pour repérer le câble.

#### **A.5.2.2 Relevage de câble**

Pendant le relevage d'un câble, il peut être nécessaire, afin de réduire la tension mécanique appliquée au câble, de couper celui-ci au fond de la mer avant de relever séparément chaque extrémité.

### A.5.2.3 Réparation en mer

Plusieurs méthodes, à choisir selon la profondeur, peuvent être utilisées pour la réparation en mer:

- en ce qui concerne la réparation en eau peu profonde, il peut être nécessaire d'ajouter une certaine longueur de câble, sans ajouter de répéteur; une marge pour réparation est généralement incluse dans le bilan de puissance optique des tronçons en eau peu profonde étant donné que ces tronçons sont les plus exposés au risque d'agression externe, même si des précautions sont prises;
- en ce qui concerne la réparation en eau profonde, il est généralement nécessaire d'ajouter une certaine longueur de câble et il est parfois nécessaire d'ajouter un répéteur pour compenser l'affaiblissement supplémentaire, si celui-ci est plus élevé que la marge disponible; en général, la marge pour réparation incluse dans le bilan de puissance optique des tronçons en eau profonde est très faible car les réparations en eau profonde sont peu fréquentes.

Lorsqu'une panne est localisée à un tronçon de surveillance près, le tronçon entier peut être remplacé par un mini-système, sans pousser plus loin la localisation. Cette méthode permet de gagner du temps mais elle nécessite de prévoir un plus grand nombre d'équipements redondants.

Des procédures de sécurité pour les réparations sont appliquées à bord des navires câblés et dans les stations terminales, de manière à protéger le personnel travaillant à bord des navires câblés. En particulier, les procédures de sécurité en matière d'énergie électrique comprennent la mise à la terre du câble dans les stations terminales, à bord des navires câblés et au niveau des unités de dérivation.

## Appendice I

### Renseignements sur les navires câbliers et les équipements submersibles de divers pays

(Mar del Plata, 1968, modifié à Genève, 1972, 1976, 1980, 1984, 1988, 1995, 2000 et 2004)

#### Section 1 – Navires câbliers

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie) (milles marins)	Nombre de cuves	Capacité de chargement			Appareillage				Profondeur de travail maximale (m)	Capacités
								Câble		Répé-teurs	Machine à câble		Davier			
								Cubage (m <sup>3</sup> )	Poids (tonnes)		Tambour (diamètre) (m)	Linéaire (paires de roues)	Avant (diamètre) (m)	Arrière (diamètre) (m)		
<b>DANEMARK</b>																
<i>Navires appartenant à Tele Denmark</i>																
<i>Peter Faber</i>	1982	3680	78,35	Glace 3,8 Été 5,0	13,0	7000	1 cuve 1 cale	310 230	600 400	App. 10	3,0	–	2 × 3,0	–	4000	Renforcé pour le travail dans des eaux prises par la glace. Un portique pour engins téléguidés. Deux treuils hydrauliques à tambours doubles.
<i>Maersk Fighter</i>	1992/94	2961	82,5	6,24	15,7 max	7700	2	1263	2400	24	4,0 (25 t)	65 (4 t)	4000	–	–	Pose/enfouissement et réparation de tous types de câbles (coaxiaux, fibres optiques et alimentation). Possibilités de charrues et d'engins téléguidés.
<i>Heimdal</i>	1982/2000	11 493	136,7	6,60	15 max.	16 000	4	4670	6224	>120	4,0 (25 t)	20 (20 t)	–	2 × 3,0	Toutes	Pose/enfouissement et réparation de tous types de câbles (coaxiaux, fibres optiques et alimentation). Possibilités de charrues et d'engins téléguidés.
<i>Maersk Defender</i>	1996	11 980	96,0	8,70	12	17 000	4	3158	6000	12	4,0 (25 t)	20 (20 t)	–	2 × 3,0	Toutes	Pose/enfouissement et réparation de tous types de câbles (coaxiaux, fibres optiques et alimentation). Possibilités de charrues et d'engins téléguidés.
<i>Lodbrog</i>	1985/2002	12 503	143,4	8,50	16,0	10 000	6	2940	5040	84	2 x 4,0 (25 t)	2 x 6 (6 t)	–	2 × 3,0	Toutes	Pose/enfouissement et réparation de tous types de câbles (coaxiaux, fibres optiques et alimentation). Possibilités de charrues et d'engins téléguidés. Charge de travail admissible: 8 t.

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie) (milles marins)	Nombre de cuves	Capacité de chargement			Appareillage				Profondeur de travail maximale (m)	Capacités				
								Câble		Répéteurs	Machine à câble		Davier							
								Cubage (m <sup>3</sup> )	Poids (tonnes)		Tambour (diamètre) (m)	Linéaire (paires de roues)	Avant (diamètre) (m)	Arrière (diamètre) (m)						
<i>M/S Telepaatti</i>	1978 (modification)	450	42,6	3,0	12	-	<b>FINLANDE</b>										300	Pose de tous types de câbles de télécommunication. Spécialement équipés en vue du relevé de routage des câbles et des réparations. Autopilote entièrement automatique et système DP.		
							<i>1) Navire appartenant à Sonera Ltd</i>												300	
<i>c/s Telepaatti</i>	1978 modifié 1999	450	42,6	3,0	10,5	-	<b>FINLANDE</b>										300	Pose de tous types de câbles de télécommunication et de câbles électriques < 150 mm. Spécialement équipés en vue du relevé de routage des câbles et des réparations. Autopilote entièrement automatique et système DP.		
							<i>2) Navire appartenant à YIT Primatel</i>												300	
<i>Vercors</i>	1974	11 000	136	7,2	16,6	12 000	<b>FRANCE</b>										Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles de télécommunication. Enfouissement de câbles par charrue.		
							<i>1) Navires appartenant à France Telecom</i>												3,0	A fond de gorge
							3	2425	4900	144	3,0	24	3,0	A fond de gorge						
<i>Leon Thevenin</i>	1983	6800	107	6,24	15,0	10 000	2 + 1	1420	2000	11	3,4	12	3,0	A fond de gorge	Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles de télécommunication. Enfouissement de câbles par engin Scarab.				
<i>Raymond Croze</i>	1983	6800	107	6,24	15,0	10 000	2 + 1	1420	2000	11	3,4	12	3,0	A fond de gorge	Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles de télécommunication. Enfouissement de câbles par engin Scorpio 2000.				
<i>Ile de Sein Ile de Batz Ile de Bréhat</i>	2002	18 006	140,4	8,016	15,0	15 000	<b>FRANCE</b>										Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles de télécommunication. Enfouissement de câbles avec charrue 2/3 m rochers. Mer de force 7		
							<i>2) Navires appartenant à Alda Marine</i>												Sans objet	3,0
							2 + 2	3000	5500	202	4,0	21	Sans objet	3,0	Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles de télécommunication. Enfouissement de câbles avec charrue 2/3 m rochers. Mer de force 7				



Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie) (milles marins)	Nombre de cuves	Capacité de chargement			Appareillage				Profondeur de travail maximale (m)	Capacités		
								Câble		Répé-teurs	Machine à câble		Davier					
								Cubage (m³)	Poids (tonnes)		Tambour (diamètre) (m)	Linéaire (paires de roues)	Avant (diamètre) (m)	Arrière (diamètre) (m)				
<i>Ile de Ré</i>	1983 recarééné 2002	12 687	143,4	7,23	16,0	11 000	3 + 3	2900	4500	84	2 × 4,0	Sans objet	Sans objet	3,0	Toutes	Pose et réparation de types de câbles. Pas de charrue engin téléguidé à 2 500 m.		
							<b>ITALIE</b>											
							<i>1) Navires appartenant à Elettra TLC S.p.A</i>											
<i>Teliri</i>	1996	6500	111,5	6,5	14,0	10 000	3	2000	2600	70	N.2 × 3,5	N.1 × 18 wp	3	4	Toutes	Pose et réparation de systèmes à fibres optiques.		
<i>Gertament (ex John Cabot)</i>	1995 recarééné 1998	5000	96,6	7,3	12,0	8000	3	600	1900	24	N.1 × 3	1 × 18+ 1 × 6	3	3	Toutes	Pose, surveillance et réparation de systèmes à fibres optiques.		
<i>Pertinacia</i>	2002	12 650	129,9	8,4	14	10 000	2	4000	6400	2 × 100	N.1 × 4	1 × 20 1 × 6	–	3	Toutes	Pose et réparation de systèmes à fibres optiques.		
							<i>2) Navires appartenant à Pirelli Cavi</i>											
<i>Arabella</i>	1975	2620	76,66	5,18	11	2000	2	1100	2000	–	–	–	–	3	Toutes	Pose/réparation.		
<i>G.Verne</i>	1984	16 900	128,5	8,5	10	8000	2	2600	8000	20	6,0 (50 t)	1 (type Pads 10 t)	–	6,0	Toutes	Poupe seulement.		
							<b>ESPAGNE</b>											
							<i>Navires appartenant à Tyco Submarine Systems</i>											
<i>Teneo</i>	1992	4000	81	5,7	14,5	4200	2	500	1000	20	2 × 3,5	1 × 9	2 × 3	1 × 3	Toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles téléphoniques.		
<i>Atlantida</i>	1987	7853	114	6,5	15,7	6800	3	1500	2500	33	2 × 3,5	1 × 12	2 × 3	1 × 3	Toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles téléphoniques.		
<i>Iberus</i>	1978	10 000	136,03	6,6	12,5	13 500	3	2580	4000	108	1 × 3	1 × 20	–	2 × 3	Toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles téléphoniques.		
							<b>JAPON</b>											
							<i>1) Navires appartenant à Kokusai Cable Ship (KCS)</i>											
<i>KDD Ocean Link</i>	1992	11 700	133,2	7,0	15	10 000	Principales 3 Réserve 4	2320	4500	100	3,6	21	3,2	4,0	Toutes	Pose par machine linéaire. Pose et réparation de tous types de câbles sous-marins.		
<i>KDD Pacific Link</i>	1997	–	109,0	7,5	12	–	Principales 2 Réserve 2	2720	4500	–	3,6	20	–	3,0	Toutes	Pose par machine linéaire. Pose et réparation de tous types de câbles sous-marins.		

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie) (milles marins)	Nombre de cuves	Capacité de chargement			Appareillage				Profondeur de travail maximale (m)	Capacités
								Câble		Répé-teurs	Machine à câble		Davier			
								Cubage (m <sup>3</sup> )	Poids (tonnes)		Tambour (diamètre) (m)	Linéaire (paires de roues)	Avant (diamètre) (m)	Arrière (diamètre) (m)		
<i>NTT Kuroshio Maru Subaru</i>	1974	5656	119,3	5,60	16,5	6883	2) Navires appartenant à <i>NTT World Engineering Marine Corporation (NTT-WE Marine)</i>									
	1999	9557	123,3	7,0	13,2	8800	Principales 2 Réserve 2	1429	1900	95	3,8	8 (24 pouces)	3,0	3,0	Toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles téléphoniques.
<i>Sovereign</i>	1991	13 018	131	7,0	13,5	14 000	ROYAUME-UNI 1) Navire appartenant à <i>British Telecommunications plc</i>									
							4	2800	6200	90	3,50		3,00	3,50	Toutes	Poses et réparations de tous les types de câbles coaxiaux et à fibres optiques (exploité par C&W marine).
<i>Alert</i>	1961	9477	130	7,1	14	10 000	2) Navires appartenant à <i>Global Marine Systems Ltd</i>									
<i>Cable Venture</i>	1962	16 983	153	8,97	12,5	10 000	4 + 1 (réserve)	5086	9000	400	2,80		3,00	3,39	Toutes	Pose par machine linéaire et enfouissement au fond de la mer par charrue. Poses et réparations de tous les types de câbles coaxiaux et à fibres optiques.
<i>Mercury</i>	1962	11 683	144	7,5	14,5	8000	3	2970	3500	144	3,05		3,50	A fond de gorge 3,05	Toutes	Idem (sans charrue).
<i>Cable Enterprise</i>	1964	5759	113	5,84	13	8000	3	887	2150	30	2,8		3,00	A fond de gorge 3,05	Toutes	Poses et réparations de câbles armés. Réparations de câbles légers. (Voir Note.)
<i>Monarch</i>	1975	4639	97	5,5	14	7000	4	417	850	12	3,00		3,00	Sans objet	Toutes	Poses et réparations de câbles coaxiaux armés et de câbles à fibres optiques. Réparations de câbles coaxiaux légers et de câbles à fibres optiques. Réouverture de tranchée. Réenfouissement par dispositif submersible à jets.

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie) (milles marins)	Nombre de cuves	Capacité de chargement			Appareillage				Profondeur de travail maximale (m)	Capacités
								Câble		Répé-teurs	Machine à câble		Davier			
								Cubage (m <sup>3</sup> )	Poids (tonnes)		Tambour (diamètre) (m)	Linéaire (paires de roues)	Avant (diamètre) (m)	Arrière (diamètre) (m)		
<i>Iris</i>	1976	4639	97	5,5	14	7000	4	417	850	12	3,00		3,00	Sans objet	Toutes	Poses et réparations de câbles coaxiaux armés et de câbles à fibres optiques. Réparations de câbles coaxiaux légers et de câbles à fibres optiques.
<i>MV Cable Installer</i>	1980	6065	89,42	5	12	42 jours	4	840	1600	Sans objet	3,0	Paire de 4 voies	–	3,0	–	Navire d'installation sans répéteurs. Système DP Cegelec 901 total.
<i>Seaspread</i>	1980	10 887	116	6,8	13	65 jours	2	1010	1701	–	2 × 3	–	–	3	Toutes	Poses et réparations par tambours arrière. Enfouissement par charrue. Poses et réparations de câbles armés et légers.
<i>Pacific Guardian</i>	1984	7526	116	6,32	14,0	8000	3	1416	3470	96	3,5		3,00	3,00	Toutes	Pose par moteur linéaire. Poses et réparations de câbles armés et légers.
<i>Sir Elic Sharp</i>	1988	7526	115	6,3	13,5	9600	3	1416	1700	96	2 × 3,5	–	3	3	Toutes	Pose par moteur linéaire. Poses et réparations de câbles armés et légers. Enfouissement après pose et réparation par système ROV intégral.
<i>MV Cable Innovator</i>	1995	–	142	8,3	14,5	42 jours	4	4900	7500	180	4,0	21 paires (min.)	–	4,0	–	Système D/P simplex. Poses et réparations de câbles.
<b>ILES MARSHALL</b>																
<i>Navires appartenant à Tyco Submarine Systems Ltd</i>																
<i>CS Coastal Connector</i>	1997 transformé en 1996	6761	92,47	7,1	12,5	25 000	Principales 3 Réserve 1	675 (principales, au total) 70 (réserve)	1600	30	2 × 3	Sans objet	Sans objet	2 × 3	–	Pose par l'arrière. Possibilité de mise en œuvre du SCARAB II ROV, du SCARAB IV ROV, du Pacific SCARAB I ROV, et du Seabed Tractor.
<i>CS Tyco Provider</i>	1978, transformé en 1999	14 500	139,4	7,6	14,5	20 000	5	3349	6000	100+	2 × 4	–	–	2 × 3	–	Pose par l'arrière. Possibilité de mise en œuvre du Sea Plow VIII.

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie) (milles marins)	Nombre de cuves	Capacité de chargement			Appareillage				Profondeur de travail maximale (m)	Capacités
								Câble		Répéteurs	Machine à câble		Davier			
								Cubage (m <sup>3</sup> )	Poids (tonnes)		Tambour (diamètre) (m)	Linéaire (paires de roues)	Avant (diamètre) (m)	Arrière (diamètre) (m)		
<i>Dock Express 20</i>	1983	21 731	169,52	8,79	12,5	20 500	<b>ANTILLES NÉERLANDAISES</b> <i>Navire appartenant à Tyco Submarine Systems Ltd (affréteur)</i>									
							Principales 3 Réserve 2	4050 (principales, au total) 640 (réserve)	10 000	100+	1 × 3,0	1 × 3 modules à bande	N/A	2 × 3		Pose par l'arrière. Possibilité de mise en œuvre du SCARAB II ROV, du Seabed Tractor et du Sea Plow VI.
<i>CS Charles L. Brown</i>	1954, changement de pavillon en 1985	4298	99,94	5,6	13	7550	<b>ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE</b> <i>Navires appartenant à AT&amp;T</i>									
<i>CS Global Link</i>	1990	16 375	145,7	8,08	15	10 000	Principales 3, Réserve 4	3258 (principales, au total) 164 (réserve, au total)	6098	100+	2 × 3,7	1 × engin de traction de type Western Gear	2 × 3	1 × de type gouttière/glissière	–	Possibilité de mise en œuvre du SCARAB II ROV.
<i>CS Global Mariner</i>	1993	15 638	151,5	7,8	13,8	10 000	Principales 2 Réserve 3	2172 (principales, au total) 447 (réserve, au total)	4999	80+	2 × 3,7	1 × 21 paires de type Dowty	2 × 3	1 × de type gouttière/glissière	–	Possibilité de mise en œuvre du SCARAB II ROV et du SCARAB IV ROV, du Sea Plow VII et du Sea Plow VIII, ainsi que du Seabed Tractor (engin de traction sous-marin).
<i>CS Global Sentinel</i>	1991	16 375	145,7	8,08	15	10 000	Principales 3 Réserve 4	3258 (principales, au total) 164 (réserve, au total)	6098	100+	2 × 3,7	1 × 21 paires de type Dowty	2 × 3	1 × de type gouttière/glissière	–	Possibilité de mise en œuvre du SCARAB II ROV, du SCARAB IV ROV, du Pacific SCARAB I ROV, ainsi que du Sea Plow VII et du Sea Plow VIII.
NOTE – Seulement des câbles relativement courts et des câbles d'atterrissage.																

## Section 2 – Equipements submersibles

Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<b>FRANCE</b>										
<i>Submersibles appartenant à France Telecom (FTRSI)</i>										
<i>Système de charrue submersible ELISE 2</i>	17	7,60	2,90	2,95	Soc	Enfouissement immédiat jusqu'à 1,1 m	Remorqué par le navire de soutien	1500	Pose et enfouissement de tous types de câbles.	
<i>Système de charrue submersible ELISE 3</i>	17	7,60	2,90	2,95	Soc	Enfouissement immédiat jusqu'à 1,1 m	Remorqué par le navire de soutien	1500	Pose et enfouissement de tous types de câbles.	
<i>Système enfoui autotracté CASTOR 2</i>	12	7,0	2,40	3,00	Roue ou chaîne de tranchage	Enfouissement de câbles existants jusqu'à 2 m	Véhicule chenillé	1000	Enfouissement de câbles et de conduites. Inspection visuelle.	
<i>Scarab 3</i>	9	4,0	3,50	2,10	Jets d'eau à haute pression	Jusqu'à une profondeur de 60 cm	Propulseurs (inspection) marche arrière (enfouissement)	1000 (enfouissement) 2000 (inspection)	Inspection visuelle, enfouissement après pose, localisation/manipulation/coupe de câble.	
<i>Submersible télécommande Scorpio 2000</i>	3,4	2,9	1,5	2,11	Jets d'eau à haute pression	Jusqu'à une profondeur de 60 cm	Propulseurs	1000	Inspection visuelle, enfouissement après pose, localisation/manipulation/coupe de câble.	
<b>ITALIE</b>										
<i>1) Submersibles appartenant à Elettra TLC SpA</i>										
<i>Ensouilleuse Taurus 1</i>	14	9	4,6	4,5	Soc	Jusqu'à 1 m	Remorqué par navire câblé	1500	Pose et mise en tranchée simultanées de câbles sous-marins Ø 17 mm à 150 mm.	50
<i>Ensouilleuse Taurus 2</i>	16	9,5	4,5	5,1	Soc	Jusqu'à 1,5 m	Remorqué par navire câblé	1500	Pose et mise en tranchée simultanées de câbles sous-marins Ø 17 mm à 150 mm.	50
<i>Engin guidé (ROV) Phoenix 2</i>	6,8	4,8	2	2,6	Jets à haute/faible pression	Jusqu'à 1,2 m	8 jets hydrauliques, 2 axiaux, 4 verticaux, 2 latéraux	2000	Mise en tranchée de câbles et conduites précédemment posés dans des sols de type jusqu'à 100 kPa.	

Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<b>2) Submersibles appartenant à Pirelli Cavi</b>										
<i>Ensouilleuse 2</i>	12	8,5	3,8	3,5	Soc	Jusqu'à 1,2 m	<i>Ensouilleuse 2</i>	200	Câbles optiques jusqu'à Ø 70 mm.	50
<i>Ensouilleuse 3</i>	17	11	3,8	4	Soc	Jusqu'à 1,5 m	<i>Ensouilleuse 3</i>	300	Câbles optiques jusqu'à Ø 70 mm.	50
<b>ROYAUME-UNI</b>										
<b>Submersibles appartenant à Global Marine Systems Ltd</b>										
<i>Trancheuse submersible</i>	17,0	6,6	4	3,4	Jets de fluidisation et de coupe; pompe à déblais	Jusqu'à une profondeur de 1 m avec jets de fluidisation et de coupe	3 propulseurs verticaux et 4 horizontaux, entraînement à chenilles, conduite différentielle	274	Canalisation dans les câbles existants et conduites.	
<i>Système d'ensouilleuse submersible</i>	9,75	6,1	2,6	2,6	Soc précédé par un disque	Enfouissement immédiat du câble au passage de la charrue	Remorqué par le navire de soutien	900	Pose et enfouissement du câble, du cordon ombilical et de la conduite en une seule opération, ce qui assure au câble une protection totale.	
<i>Submersible télécommandé 2 à partir de Cirus A&amp;B</i>	3,2	3,5	2,1	2,3	Jets d'eau	Capacité de tranchage 0,3 m	Propulseurs (7)	1000	Inspection visuelle, localisation/inspection/extraction/manipulation de câble. Outils incluant coupe-câble, serre-câble et 2 manipulateurs avec coupe-ligne.	
<i>Ensouilleuse 2 à partir de A&amp;B</i>	14,5	9	4,1	4	Lame passive	Capacité de tranchage 1,0 m	Remorqué	1000	Enfouissement orientable de répéteurs.	
<i>Submersible télécommandé ROV 128</i>	7,5	2,9	1,8	2,0	Outil de fluidisation	Capacité de tranchage 0,6 m	Chenilles (enfouissement) Propulseurs (topographie)	1000 (enfouissement) 2000 (topographie)	Outils incluant coupe-câble, serre-câble et 2 manipulateurs avec coupe-ligne.	
<i>Véhicule sous-marin MARLIN</i>	7,8	4,191	2,438	3,175	Patin d'enfouissement	Jusqu'à 1,0 m (optimisé pour sol 0-30 kPa)	Propulseurs hydrauliques	2500	Enfouissement, extraction, inspection. Maintenance et réparation. Outils incluant coupe-câble et serre-câble.	
<i>Scarab I – ROV relié par cordon ombilical</i>	3,2	2,74	1,82	1,52	Outil de fluidisation	Jusqu'à 0,6 m	Propulseurs: 2 verticaux 4 vectoriels	2000	Détection et inspection de câbles, relevé visuel. Manipulation et coupe de câbles, évacuation des débris. Enfouissement/extraction de câbles et de répéteurs.	

Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<i>Véhicule à chenilles – ROV</i>	10,0	8,0 (max.)	3,7	3,8	Outil de fluidisation	Enfouissement jusqu'à 1,0 m	Entraînement électro-hydraulique à chenilles	1000	Enfouissement/extraction de câbles et de répéteurs. Inspection. Maintenance & réparation.	
<i>EUREKA: système d'enfouissement et d'excavation en eau profonde</i>	17 (max.)	5,5	4,2	3,85	Outil de fluidisation dérocteuse à disque excavateur à chaîne mécanique	1 m 1,2 m 2,2 m	Entraînement électro-hydraulique à chenilles	1500	Possibilité d'enfouir des câbles, de petites lignes de liaison flexibles ainsi que des conduites rigides. Possibilité également de déterrer les câbles et de les relever. Inspection visuelle et électronique.	
<i>Ensouilleuse 5</i>	14,0	9,0	4,6	3,7	Lame passive	Variable de 0 à 1100 mm (600-900 mm dans toutes les conditions)	Remorqué	1000	Pose et enfouissement simultanés de câbles et d'ombilicaux à des profondeurs variables.	
<i>Ensouilleuses 6 et 7</i>	14,0	9,0	4,6	3,7	Lame passive	Profondeur max. d'enfouissement 1100 mm	Remorqué	1000	Pose et enfouissement simultanés de câbles et d'ombilicaux à des profondeurs variables.	
<i>Ensouilleuse 1000 mm</i>	14,4	9,75	4,1	3,9	Lame passive	1000 mm (bonnes conditions: 1100 mm; répéteurs/raccordements: 500 mm)	Remorqué	1000	Pose et enfouissement simultanés de câbles et d'ombilicaux à des profondeurs variables.	
<b>DANEMARK</b> <i>Submersibles appartenant à Telecom Denmark</i>										
<i>Ensouilleuse D</i>	13,5	9,0	4,6	3,7	Soc	Variable de 0-1100 mm (600-900 mm dans toutes les conditions)	Remorqué par le navire de soutien	1500	Pose et enfouissement de câbles de télécommunication, de câbles d'alimentation et d'ombilicaux. Câbles: jusqu'à 120 mmφ (enfouissement); raccords et répéteurs: jusqu'à 400 mmφ (passage).	
<i>Ensouilleuse 7</i>	13,5	9,0	4,6	3,7	Soc	Variable de 0-1100 mm (600-900 mm dans toutes les conditions)	Remorqué par un navire de surface	1000	Pose et enfouissement de câbles à fibres optiques, de câbles d'alimentation et d'ombilicaux.	
<i>Tracteur sous-marin à chenilles</i>	10,0	8,0 (max.)	3,7	3,8	Outil de fluidisation	Enfouissement jusqu'à 1,0 m	Entraînement électro-hydraulique à chenilles	1000	Enfouissement/extraction de câbles et de répéteurs. Inspection. Maintenance & réparation.	

Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<i>Engin téléguidé Super Phantom S4</i>	0,09	1,5	0,75	0,6	–	–	Propulseurs: 4 avant/arrière 2 verticaux 2 transversaux	300	Inspection de câbles et d'autres objets sous-marins. Egalement possibilité d'utilisation pour l'inspection des fonds marins.	
<b>MARCAS-II-ROV</b>	Mode outil à jet: 8,0 Mode de base chenilles: 7,5	Mode outil à jet: 2,9 Mode de base chenilles: 5,3	Mode outil à jet: 2,3 Mode de base chenilles: 4,0	Mode outil à jet: 3,2 Mode de base chenilles: 3,8	Outil à jet d'eau	–	4 propulseurs horizontaux, 2 verticaux et 2 symétriques	Mode outil à jet: 2500 Mode de base chenilles: 2000	Enfouissement après pose et maintenance de câbles; topographie des fonds marins.	
<b>MARCAS-SBT-ROV</b>	15 (minimum) 23 (maximum)	Mode outil à jet: 9,5 Mode de tranchage à chaîne: 13,0 Mode de tranchage à disque: 12,0	Mode outil à jet: 5,5 Mode de tranchage à chaîne: 5,5 Mode de tranchage à disque: 5,5	Mode outil à jet: 4,4 Mode de tranchage à chaîne: 4,4 Mode de tranchage à disque: 4,4	2,1 m Outil à jet arrière et 1 m Outil à jet avant 1,2 m de tranchage de disque 3 m de tranchage de chaîne		1 seul propulseur hydraulique	1500	Pose et enfouissement, enfouissement après pose, maintenance de câbles et topographie des fonds marins.	
						<b>JAPON</b> <b>1) Submersibles appartenant à KCS</b>				
						<b>2) Submersibles appartenant à NTT-WE Marine</b>				
<i>Système d'enfouissement de câbles sous-marins de type charrue MARK-5</i>	19,0	9,1	4,0	4,0	–	Jusqu'à 1,5 m de profondeur, enfouissement immédiat du câble au passage de la charrue	Remorqué par le navire de soutien	600	Enfouissement simultané ou après la pose des câbles.	
<i>Système de réparation, d'enfouissement et d'inspection de câbles sous-marins</i>	6,2	3,8	2,1	2,3	Jets de fluidisation	Jets de fluidisation	Propulseurs verticaux et horizontaux	1000	Enfouissement après pose et maintenance de câbles; topographie des fonds marins.	



Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<i>Système d'enfouissement de câbles sous-marins de type charrue MARK-6</i>	18	9,3	5,1	4,4	–	Jusqu'à 2,0 m de profondeur, enfouissement immédiat du câble au passage de la charrue	Remorqué par le navire de soutien	1500	Enfouissement simultané ou après la pose des câbles.	
<i>Système de réparation, d'enfouissement et d'inspection de câbles sous-marins</i>	8,0	3,2	2,1	2,8	Jets de fluidisation	Capacité de tranchage 1,0 m	Propulseurs verticaux et horizontaux	2500	Détection et inspection visuelle des câbles. Manipulation et coupe des câbles Evacuation des débris. Enfouissement/désenfouissement des câbles et des répéteurs.	
<i>Système d'enfouissement de câbles sous-marins de type Tractor SEA MOLE</i>	23	8	6	3,5	3 types (outils à jet, tranchage à disque, tranchage à chaîne)	Capacité de tranchage 2,0 m (max.)	–	1000		
<b>ESPAGNE</b>										
<i>1) Submersibles appartenant à Tyco Submarine Systems Ltd.</i>										
<i>ARADO I</i>	12	9	4,6	4	Soc	1100 mm	Remorqué	1500	Enfouissement de câbles de section 19 à 40 mm. Enfouissement de répéteurs jusqu'à 380 mm. Vitesse: 1 m/s	
<i>ARADO II</i>	12	9	4,6	4	Soc	1500	Remorqué	1500	Enfouissement de câbles de section 17 à 150 mm. Enfouissement de répéteurs jusqu'à 380 mm. Vitesse: 1 m/s	
<i>ARDI</i>	3,6	6,1	3	2,6	Soc	900 mm	Remorqué	1500	Système permettant d'estimer l'arabilité des fonds.	
<i>NEREUS</i>	8,5	3,2	3,4	2,9		1 m	150 KW	2000	Réparation, inspection et enfouissement de tous types de câbles téléphoniques 2 × 7 fonctions de manipulation Vitesse: 3 nœuds	
<i>SCARAB III</i>	8,5	4	3,9	2,1		0,6	180 KW	2000	Réparation, inspection et enfouissement de tous types de câbles téléphoniques 2 × 7 fonctions de manipulation Vitesse: 3,1 nœuds	

Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<i>ROV</i>	8,5	4,0	3,9	2,1	<i>2) Submersible appartenant à Consorcio ESCARAB</i>		Jusqu'à 1 m	2000 1000		
<b>ETATS-UNIS D'AMERIQUE</b>										
<i>Submersibles appartenant à Tyco Submarine Systems Ltd</i>										
<i>PACIFIC SCARAB I</i>	5,48	4,27	1,83	3,05	Modules de fluidisation	560 mètres/heure. Dureté du sol jusqu'à 100 kPa.	Entraînement électro-hydraulique 150 CV au moyen de 8 propulseurs	2500	PACIFIC SCARAB I Submersible utilisé pour la réparation et l'enfouissement ROV relié par câble pouvant fonctionner à une profondeur de 2500 mètres. Possibilité de localisation, d'inspection, de récupération et d'enfouissement de câbles sous-marins.	
<i>SCARAB II</i>	3,45	3,7	2,1	2,3	Outil de fluidisation pour câbles 35 CV	255 mètres/heure selon les conditions du sol. Dureté du sol jusqu'à 60 kPa.	Horizontal: 4 propulseurs électriques de 5 HP Vertical: 2 propulseurs électriques de 5 HP Arrière latéral: 1 propulseur hydraulique de 10 HP Proue: 2 propulseurs hydrauliques de 2,5 HP	1850	SCARAB II Submersible utilisé pour la réparation et l'enfouissement ROV relié par câble pouvant fonctionner à une profondeur de 1850 mètres. Possibilité de localisation, d'inspection, de récupération et d'enfouissement de câbles sous-marins.	
<i>SCARAB IV</i>	4,6	3,4	2,02	1,96	Modules de fluidisation	530 mètres/heure Dureté du sol jusqu'à 100 kPa	Alimentation électrohydraulique de 150 Ch à l'aide de 8 propulseurs	1850	Petit submersible utilisé pour la réparation et l'enfouissement. Engin téléguidé sous-marin relié par câble pouvant fonctionner à une profondeur de 1850 mètres. Possibilité de localisation, d'inspection, de récupération et d'enfouissement de câbles sous-marins. Prévu à l'Accord ACMA SCARAB.	

Type de submersible	Poids (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Largueur (m)	Hauteur (m)	Système de tranchage	Tranchage	Propulsion	Profondeur de travail maximale (m)	Capacités	Traction max (tonnes)
<i>Sea Plow VI</i>	25,5	10,5	6,0	4,3	Système de charrue remorquée	Enfouissement à 1,2 mètre	Remorqué par navire	1000	Outil d'enfouissement remorqué utilisant des techniques d'enfouissement de pointe. Possibilité d'enfouissement jusqu'à 1,2 mètre à une profondeur maxi. de 1000 mètres.	
<i>Sea Plow VII</i>	14,0	10,5	6,0	4,3	Système de charrue remorquée	Enfouissement à 1,0 mètre	Remorqué par navire 1 propulseur pour la mise à l'eau et la remontée	1400	Outil d'enfouissement remorqué utilisant des techniques d'enfouissement de pointe. Possibilité d'enfouissement jusqu'à 1,0 mètre à une profondeur maxi. de 1400 mètres.	
<i>Sea Plow VIII</i>	19,3	9,2	5,5	3,6	Système de charrue remorquée avec jets d'eau	Enfouissement à 1,5 mètre	Remorqué par navire	1500	Outil d'enfouissement remorqué utilisant des techniques d'enfouissement de pointe. Possibilité d'enfouissement jusqu'à 1,5 mètre à une profondeur maxi. de 1500 mètres.	





## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
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	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
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, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication