



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

X.743

(06/98)

SÉRIE X: RÉSEAUX POUR DONNÉES ET
COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS
Gestion OSI – Fonctions de gestion et fonctions ODMA

**Technologies de l'information – Interconnexion
des systèmes ouverts – Gestion-systèmes:
fonctions de gestion du temps**

Recommandation UIT-T X.743

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE X
RÉSEAUX POUR DONNÉES ET COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS

RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES	
Services et fonctionnalités	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmission, signalisation et commutation	X.50–X.89
Aspects réseau	X.90–X.149
Maintenance	X.150–X.179
Dispositions administratives	X.180–X.199
INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OUVERTS	
Modèle et notation	X.200–X.209
Définitions des services	X.210–X.219
Spécifications des protocoles en mode connexion	X.220–X.229
Spécifications des protocoles en mode sans connexion	X.230–X.239
Formulaires PICS	X.240–X.259
Identification des protocoles	X.260–X.269
Protocoles de sécurité	X.270–X.279
Objets gérés de couche	X.280–X.289
Tests de conformité	X.290–X.299
INTERFONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX	
Généralités	X.300–X.349
Systèmes de transmission de données par satellite	X.350–X.399
SYSTÈMES DE MESSAGERIE	X.400–X.499
ANNUAIRE	X.500–X.599
RÉSEAUTAGE OSI ET ASPECTS SYSTÈMES	
Réseautage	X.600–X.629
Efficacité	X.630–X.639
Qualité de service	X.640–X.649
Dénomination, adressage et enregistrement	X.650–X.679
Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)	X.680–X.699
GESTION OSI	
Cadre général et architecture de la gestion-systèmes	X.700–X.709
Service et protocole de communication de gestion	X.710–X.719
Structure de l'information de gestion	X.720–X.729
Fonctions de gestion et fonctions ODMA	X.730–X.799
SÉCURITÉ	X.800–X.849
APPLICATIONS OSI	
Engagement, concomitance et rétablissement	X.850–X.859
Traitement transactionnel	X.860–X.879
Opérations distantes	X.880–X.899
TRAITEMENT RÉPARTI OUVERT	X.900–X.999

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

NORME INTERNATIONALE 10164-20

RECOMMANDATION UIT-T X.743

**TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION – INTERCONNEXION DES SYSTÈMES
OUVERTS – GESTION-SYSTÈMES: FONCTIONS DE GESTION DU TEMPS**

Source

La Recommandation X.743 de l'UIT-T a été approuvée le 26 juin 1998. Un texte identique est publié comme Norme internationale ISO/CEI 10164-20.

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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études 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 n° 1 de la CMNT.

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, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, toute entreprise, toute société ou tout organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration*, *ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

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 1999

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1	Domaine d'application..... 1
2	Références normatives 1
2.1	Recommandations Normes internationales identiques 2
2.2	Paires de Recommandations Normes internationales équivalentes par leur contenu technique 3
2.3	Autres références 3
3	Définitions..... 3
3.1	Définitions relatives au cadre général de gestion 3
3.2	Définitions relatives au cadre général de gestion-systèmes..... 4
3.3	Définitions relatives au service CMIS 4
3.4	Définitions relatives au modèle d'information de gestion 4
3.5	Définitions relatives aux directives pour la définition d'objets gérés 4
3.6	Définitions relatives au formulaire de conformité d'implémentation 4
3.7	Définitions supplémentaires..... 4
4	Abréviations 5
5	Conventions 5
6	Besoins 6
6.1	Besoins concernant la représentation du temps..... 6
6.2	Besoins concernant l'exactitude et la précision du temps..... 6
6.3	Besoins de distribution du temps 7
6.4	Besoins de fiabilité de la gestion du temps 7
6.5	Besoins de l'horloge locale 7
7	Modèle 8
7.1	Fonctionnalité générique de temps..... 8
7.2	Fonction de gestion du temps..... 9
7.2.1	Ressources en relation avec le temps 9
7.2.2	Fonctions de gestion du temps 10
7.2.3	Objets gérés de la fonction de gestion du temps 10
7.2.4	Objet géré "source-horloge" 11
7.2.5	Objet géré "protocole de synchronisation" 12
7.3	Fonction de coordination d'horloge 12
7.3.1	Protocole de synchronisation du temps..... 12
7.3.2	Procédures de synchronisation du temps 13
7.4	Fonction d'utilisateur du temps 14
8	Définitions génériques..... 14
8.1	Représentation du temps 14
8.2	Classes d'objets gérés..... 14
8.2.1	Source-horloge <i>clockSource</i> 14
8.2.2	Horloge locale <i>localClock</i> 15
8.2.3	Horloge de référence <i>referenceClock</i> 15
8.2.4	Protocole de synchronisation <i>synchronizationProtocol</i> 15
8.3	Définitions d'attributs..... 16
8.3.1	Intervalle de réglage de l'horloge 16
8.3.2	Dérive de l'horloge..... 16
8.3.3	Erreur estimée de l'horloge 16
8.3.4	Code événement d'horloge..... 16
8.3.5	Compteur d'événements d'horloge 16

8.3.6	Instant d'événement d'horloge.....	16
8.3.7	Identificateur de l'horloge	16
8.3.8	Erreur maximale de l'horloge.....	16
8.3.9	Précision de l'horloge.....	16
8.3.10	Statut de l'horloge	16
8.3.11	Strate de l'horloge	16
8.3.12	Valeur de l'horloge.....	16
8.3.13	Comptage de saut de seconde	16
8.3.14	Indication de saut de seconde	16
8.3.15	Adresse de l'horloge locale	16
8.3.16	Adresses d'horloges homologues	16
8.3.17	Type d'horloge de référence.....	16
8.3.18	Identificateur de protocole de synchronisation	16
8.3.19	Type de protocole de synchronisation.....	17
8.3.20	Adresse de source de synchronisation.....	17
8.3.21	Horloge synchronisée.....	17
8.3.22	Horloges de synchronisation.....	17
8.4	Définitions d'action.....	17
8.4.1	Réinitialisation d'horloge	17
8.4.2	Saut de seconde.....	17
8.4.3	Réinitialisation de protocole	17
8.5	Définitions de corrélations de noms.....	17
8.5.1	Source-horloge-système.....	17
8.5.2	Protocole de synchronisation-système	17
9	Définitions de service.....	17
9.1	Service PT-CREATE.....	18
9.2	Service PT-DELETE	18
9.3	Service PT-SET	18
9.4	Service PT-GET	18
9.5	Service de changement d'état.....	18
9.6	Service de réinitialisation d'horloge.....	18
9.7	Service de saut de seconde.....	19
9.8	Service de réinitialisation de protocole.....	19
10	Unités fonctionnelles.....	21
11	Protocole	21
11.1	Eléments de procédure.....	21
11.1.1	Procédure de réinitialisation d'horloge.....	21
11.1.2	Procédure de saut de seconde	21
11.1.3	Procédure de réinitialisation de protocole	22
11.2	Syntaxe abstraite	23
11.2.1	Objets.....	23
11.2.2	Attributs	23
11.2.3	Actions.....	23
11.2.4	Corrélations de noms	23
11.3	Négociation d'unités fonctionnelles	24
12	Relations avec d'autres fonctions	24
13	Conformité.....	24
13.1	Conformité statique.....	24
13.2	Conformité dynamique.....	24
13.3	Prescriptions de déclaration de conformité d'implémentation de gestion	24
Annexe A	– Définition des informations de gestion du temps.....	26
A.1	Classe d'objets gérés	26
A.1.1	Source-horloge.....	26
A.1.2	Horloge locale.....	27
A.1.3	Horloge de référence.....	27
A.1.4	Protocole de synchronisation	27

	<i>Page</i>
A.2 Définitions d'attribut	28
A.2.1 Intervalle de réglage de l'horloge	28
A.2.2 Dérive de l'horloge.....	28
A.2.3 Erreur estimée de l'horloge	28
A.2.4 Code événement d'horloge.....	28
A.2.5 Compteur d'événements d'horloge	28
A.2.6 Instant d'événement d'horloge.....	28
A.2.7 Identificateur de l'horloge	29
A.2.8 Erreur maximale de l'horloge	29
A.2.9 Précision de l'horloge.....	29
A.2.10 Statut de l'horloge	29
A.2.11 Strate de l'horloge	29
A.2.12 Valeur de l'horloge.....	29
A.2.13 Comptage de saut de seconde	30
A.2.14 Indication de saut de seconde	30
A.2.15 Adresse de l'horloge locale	30
A.2.16 Adresses d'horloges homologues	30
A.2.17 Type d'horloge de référence.....	30
A.2.18 Identificateur de protocole de synchronisation	30
A.2.19 Type de protocole de synchronisation.....	31
A.2.20 Adresse de source de synchronisation.....	31
A.2.21 Horloge synchronisée.....	31
A.2.22 Horloges de synchronisation.....	31
A.3 Définitions d'action.....	31
A.3.1 Réinitialisation d'horloge	31
A.3.2 Saut de seconde.....	31
A.3.3 Réinitialisation de protocole	32
A.4 Définitions de corrélations de noms.....	32
A.4.1 Source-horloge-système.....	32
A.4.2 Protocole de synchronisation-système	32
A.5 Module de définition ASN.1 pour les informations de gestion.....	32
A.6 Module de définition ASN.1 pour la représentation du temps	36
Annexe B – Protocole de temps réseau et informations de gestion.....	37
B.1 Le protocole de temps réseau.....	37
B.2 Définition de la classe d'objets gérés "protocole NTP"	37
B.3 Définitions d'attribut	37
B.3.1 Taille de filtre	37
B.3.2 Poids du filtre.....	38
B.3.3 Age maximal de l'horloge.....	38
B.3.4 Dispersion maximale.....	38
B.3.5 Distance maximale.....	38
B.3.6 Intervalle d'interrogation maximal	38
B.3.7 Sélection maximale d'horloge	38
B.3.8 Déviation maximale	39
B.3.9 Strate maximale	39
B.3.10 Dispersion minimale	39
B.3.11 Intervalle d'interrogation minimal.....	39
B.3.12 Sélection minimale d'horloge.....	39
B.3.13 Taille de registre d'accessibilité	39
B.3.14 Poids de sélection	40
Annexe C – Service de temps réparti et fonction de gestion du temps.....	40
C.1 Le service de temps réparti	40
C.2 L'objet géré "protocole DTS" (<i>dtsProtocol</i>).....	40
Annexe D – Formulaire MCS.....	40
D.1 Introduction.....	40
D.1.1 Purpose and structure.....	40
D.1.2 Instructions for completing the MCS proforma to produce an MCS	40
D.1.3 Symbols, abbreviations and terms.....	41

	<i>Page</i>
D.2 Identification of the implementation	41
D.2.1 Date of statement	41
D.2.2 Identification of the implementation	41
D.2.3 Contact.....	41
D.3 Identification of the Recommendation International Standard in which the management information is defined	42
D.3.1 Technical corrigenda implemented	42
D.3.2 Amendments implemented.....	42
D.4 Management conformance summary.....	42
Annexe E – Formulaire de déclaration MICS	45
E.1 Introduction.....	45
E.2 Instructions for completing the MICS proforma to produce a MICS	45
E.3 Symbols, abbreviations and terms.....	45
E.4 Statement of conformance to the management information.....	45
E.4.1 Attributes	45
E.4.2 Create and delete management operations	47
E.4.3 Actions.....	49
E.4.4 Notification	49
Annexe F – Formulaire de déclaration MOCS	50
F.1 Introduction.....	50
F.1.1 Instructions for completing the MOCS proforma to produce a MOCS.....	51
F.1.2 Symbols, abbreviations and terms.....	51
F.2 localClock.....	51
F.2.1 Statement of conformance to the managed object class	51
F.2.2 Packages	52
F.2.3 Attributes	52
F.2.4 Action	54
F.2.5 Notification	55
F.3 referenceClock.....	56
F.3.1 Statement of conformance to the managed object class	56
F.3.2 Packages	56
F.3.3 Attributes	57
F.3.4 Actions.....	58
F.3.5 Notification	59
F.4 synchronizationProtocol	60
F.4.1 Statement of conformance to the managed object class	60
F.4.2 Packages	60
F.4.3 Attributes	61
F.4.4 Actions.....	62
F.5 ntpProtocol.....	63
F.5.1 Statement of conformance to the managed object class	63
F.5.2 Packages	63
F.5.3 Attributes	64
F.5.4 Actions.....	65
Annexe G – Formulaire de déclaration MRCS pour une corrélation de nom	66
G.1 Introduction.....	66
G.2 Instructions for completing the MRCS proforma for name binding to produce a MRCS2	66
G.3 Statement of conformance to the name binding.....	66
Annexe H – Aperçu général concernant les protocoles usuels de coordination d'horloge.....	68
H.1 Protocole de gestion du temps réseau	68
H.1.1 Structure du sous-réseau de synchronisation NTP	68
H.1.2 Détermination du décalage d'horloge.....	69
H.1.3 Modèle du protocole NTP	70
H.1.4 Algorithme de filtrage de données	70
H.1.5 Algorithmes de choix d'homologue et de combinaison.....	70
H.1.6 Modèle d'horloge locale.....	71

	<i>Page</i>
H.2 Service de temps numérique réparti.....	71
H.2.1 Obtention d'une valeur de temps.....	71
H.2.2 Calcul d'un temps correct.....	73
H.2.3 Réglage de l'horloge.....	74
H.2.4 Détermination de l'erreur maximale.....	75
H.2.5 Fautes locales.....	76
H.2.6 Configuration.....	76
H.2.7 Coursiers.....	77
H.2.8 Détermination de la prochaine synchronisation.....	77
H.2.9 Entretien de la liste des serveurs.....	78
H.2.10 Contrôle de serveurs fautifs.....	78
H.3 Synchronisation probabiliste d'horloge.....	78
H.3.1 Hypothèses.....	79
H.3.2 Lecture d'une horloge distante.....	79
H.3.3 Lecture d'une horloge distante avec une précision spécifiée.....	81
H.3.4 Conservation de la synchronisation entre horloges.....	81
H.3.5 Réglage de l'horloge.....	81
H.3.6 Conclusion.....	82
H.4 Références supplémentaires.....	82
Annexe I – Service d'utilisateur de temps.....	83
I.1 Exactitude et précision.....	83
I.2 Formats de temps utilisateur.....	83
I.3 Sauts de seconde.....	83
I.4 Valeurs de temps pour les relations d'ordre entre événements.....	84

Introduction

La série Rec. UIT-T X.700 | ISO/CEI 10164 est une série de Recommandations | Normes internationales élaborées conformément à la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1 et à la Rec. UIT-T X.700 | ISO/CEI 7498-4. La série Rec. UIT-T X.700 | ISO/CEI 10164 est en relation avec les Normes internationales suivantes:

- Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595:1990, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Définition du service commun de transfert d'informations de gestion*.
- Rec. X.711 du CCITT et Rec. X.712 du CCITT | ISO/CEI 9596:1990, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Spécification du protocole commun de transfert d'informations de gestion*.
- Rec. X.701 du CCITT | ISO/CEI 10040:1992, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Aperçu général concernant la gestion-systèmes*.
- Série Rec. X.730, X.740 du CCITT et série UIT-T X.750 | ISO/CEI 10064:1992, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes*.

La normalisation de la gestion OSI implique nécessairement un travail coordonné d'un certain nombre d'organismes de normalisation. La Commission d'études 7 de l'UIT-T et le Groupe de travail ISO/CEI JTC 1 SC 21/WG 4 sont responsables conjointement de l'élaboration de Recommandations | Normes internationales identiques décrivant l'architecture de la gestion OSI, les services et les fonctions qui sont utilisées pour la gestion-systèmes, ainsi que la structure des informations de gestion. D'autres groupes de travail de l'UIT-T, les groupes joints ISO/CEI JTC 1 SC 21, ISO/CEI JTC 1 SC 6, et autres, sont responsables de l'élaboration de Recommandations | Normes internationales identiques décrivant les caractéristiques de gestion de couches particulières du modèle de référence de base de l'OSI; ces Recommandations peuvent décrire des protocoles de gestion de couche (N), des caractéristiques de gestion pour le fonctionnement d'une couche (N) ainsi que des objets gérés qui fournissent une "vue de gestion" des caractéristiques de fonctionnement de la couche et qui sont visibles pour la gestion-systèmes.

NORME INTERNATIONALE

RECOMMANDATION UIT-T

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION – INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OUVERTS – GESTION-SYSTÈMES: FONCTIONS DE GESTION DU TEMPS

1 Domaine d'application

La présente Recommandation | Norme internationale définit une fonction de gestion-systèmes qui peut être utilisée par un processus d'application dans un environnement de gestion centralisé ou décentralisé pour effectuer une interaction à des fins de gestion-systèmes, telles qu'elles sont définies par la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1. La présente Recommandation | Norme internationale définit une fonction constituée de définitions génériques, de services et d'unités fonctionnelles. Cette fonction est localisée dans la couche Application décrite dans la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1; elle est définie conformément au modèle fourni par l'ISO 9545. Le rôle des fonctions de gestion-systèmes est décrit dans la Rec. X.701 du CCITT | ISO/CEI 10040.

La présente Recommandation | Norme internationale traite des points suivants:

- définition d'un service de gestion d'horloge pour une utilisation par la gestion OSI, et qui est également utilisable par des applications OSI et autres;
- mise en évidence des besoins utilisateur pour la présente Recommandation | Norme internationale;
- élaboration d'un modèle de fonction de gestion du temps couvrant, d'une part, les éléments constitutifs d'un service générique de temps qui implique une communication entre systèmes et mettant en relation, d'autre part, le service et les définitions génériques fournies par cette fonction avec les besoins de l'utilisateur;
- définition de classes d'objets génériques, des types d'attribut, des types d'opération, des types de notification et des paramètres décrits conformément à la Rec. X.722 du CCITT | ISO/CEI 10165-4;
- spécification des prescriptions de conformité s'appliquant aux normes qui font usage de ces définitions génériques;
- définition des services fournis par la fonction;
- spécification du protocole nécessaire à la fourniture des services;
- définition de la relation entre ces services et les opérations et notifications de gestion-systèmes;
- spécification de la syntaxe abstraite nécessaire à l'identification et à la négociation de l'unité fonctionnelle dans le protocole;
- définition de relations avec d'autres fonctions de gestion-systèmes;
- spécifications de prescriptions de conformité devant être respectées par une implémentation de la présente Recommandation | Norme internationale;
- identification des protocoles de synchronisation du temps.

La présente Recommandation | Norme internationale ne traite pas des points suivants:

- fourniture d'informations de temps à un système local;
- définition de la nature de toute implémentation dont l'objet est de fournir la fonction de gestion du temps;
- spécification de la manière dont l'utilisateur de la fonction de gestion du temps effectue la gestion;
- définition de la nature de toute interaction résultant de l'utilisation de la fonction de gestion du temps;
- spécification des services nécessaires à l'établissement et à l'utilisation, ainsi qu'à la libération normale et anormale d'une association de gestion.

2 Références normatives

Les Recommandations et les Normes internationales suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation | Norme internationale. Au

moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes Recommandations et Normes sont sujettes à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Recommandation | Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et Normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur. Le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT tient à jour une liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur.

2.1 Recommandations | Normes internationales identiques

- Recommandation UIT-T X.210 (1993) | ISO/CEI 10731:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Modèle de référence de base: Conventions pour la définition des services de l'interconnexion des systèmes ouverts.*
- Recommandation X.701 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10040:1992, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Aperçu général de la gestion des systèmes*¹⁾.
- Recommandation X.720 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10165-1:1993, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Structure des informations de gestion: Modèle d'information de gestion.*
- Recommandation X.721 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10165-2:1992, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Structure des informations de gestion: Définition des informations de gestion.*
- Recommandation X.722 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10165-4:1992, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Structure des informations de gestion: Directives pour la définition des objets gérés.*
- Recommandation UIT-T X.723 (1993) | ISO/CEI 10165-5:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Structure des informations de gestion: Informations génériques de gestion.*
- Recommandation UIT-T X.724 (1996) | ISO/CEI 10165-6:1997, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Structure de l'information de gestion: Spécifications et directives pour l'établissement des formulaires de déclaration de conformité d'implémentation associés à la gestion OSI.*
- Recommandation X.730 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-1:1993, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de gestion des objets .*
- Recommandation X.731 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-2:1993, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de gestion d'états .*
- Recommandation X.732 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-3:1993, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Attributs relationnels .*
- Recommandation UIT-T X.738 (1993) | ISO/CEI 10164-13:1995, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de récapitulation .*
- Recommandation UIT-T X.739 (1993) | ISO/CEI 10164-11:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Objets et attributs métriques .*
- Recommandation X.740 du CCITT (1992) | ISO/CEI 10164-8:1993, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de piste de vérification de sécurité .*
- Recommandation UIT-T X.741 (1995) | ISO/CEI 10164-9:1995, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Objets et attributs pour le contrôle d'accès .*
- Recommandation UIT-T X.742 (1995) | ISO/CEI 10164-10:1995, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de comptage d'utilisation aux fins de comptabilité.*
- Recommandation UIT-T X.745 (1993) | ISO/CEI 10164-12:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de gestion des tests .*
- Recommandation UIT-T X.746 (1995) | ISO/CEI 10164-15:1995, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Gestion-systèmes: Fonction de programmation .*

¹⁾ Telle qu'elle est amendée par la Rec. UIT-T X.701/Cor.2 | ISO/CEI 10040/Cor.2.

2.2 Paires de Recommandations | Normes internationales équivalentes par leur contenu technique

- Recommandation X.208 du CCITT (1988), *Spécification de la syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)*.
ISO/CEI 8824:1990, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Spécification de la notation de syntaxe abstraite numéro 1 (ASN.1)*.
- Recommandation X.209 du CCITT (1988), *Spécification des règles de codage de base pour la notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)*.
ISO/CEI 8825:1990, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Spécification de règles de base pour coder la notation de syntaxe abstraite numéro UNE (ASN.1)*.
- Recommandation UIT-T X.291 (1995), *Cadre général et méthodologie des tests de conformité d'interconnexion des systèmes ouverts pour les Recommandations sur les protocoles pour les applications de l'UIT-T – Spécification de suite de tests abstraite*.
ISO/CEI 9646-2:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Cadre général et méthodologie des tests de conformité – Partie 2: Spécification de suite de tests abstraite*.
- Recommandation UIT-T X.296 (1995), *Cadre général et méthodologie des tests de conformité OSI pour les Recommandations sur les protocoles pour les applications de l'UIT-T – Déclarations de conformité d'instance*.
ISO/CEI 9646-7:1995, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Cadre général et méthodologie des tests de conformité – Partie 7: Déclarations de conformité d'instance*.
- Recommandation X.700 du CCITT (1992), *Cadre de gestion pour l'interconnexion de systèmes ouverts pour les applications du CCITT*.
ISO/CEI 7498-4:1989, *Systèmes de traitement de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de référence de base – Partie 4: Cadre général de gestion*.
- Recommandation X.710 du CCITT (1991), *Définition du service commun de transfert d'informations de gestion pour les applications du CCITT*.
ISO/CEI 9595:1991, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Définition du service commun d'informations de gestion*.
- Recommandation X.711 du CCITT (1991), *Spécification du protocole commun de transfert d'informations de gestion pour les applications du CCITT*.
ISO/CEI 9596-1:1991, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Protocole commun d'information de gestion – Partie 1: Spécification*.

2.3 Autres références

- Recommandation UIT-T M.3100 (1995), *Modèle générique d'information de réseau*.
- Recommandation UIT-T M.3101 (1995), *Déclarations de conformité d'objets gérés pour le modèle générique d'information de réseau*.
- ISO/TR 8509:1987, *Systèmes de traitement de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Conventions de service*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Définitions relatives au cadre général de gestion

La présente Recommandation | Norme internationale utilise le terme suivant défini dans la Rec. X.700 du CCITT | ISO/CEI 7498-4:

- objet géré.

3.2 Définitions relatives au cadre général de gestion-systèmes

La présente Recommandation | Norme internationale utilise les termes suivants définis dans la Rec. X.701 du CCITT | ISO/CEI 10040:

- a) classe d'objets gérés;
- b) déclaration de conformité d'information de gestion (MICS);
- c) déclaration de conformité d'objet géré (MOCS);
- d) formulaire MICS;
- e) formulaire MOCS;
- f) notification.

3.3 Définitions relatives au service CMIS

La présente Recommandation | Norme internationale utilise le terme suivant défini dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595:

- attribut.

3.4 Définitions relatives au modèle d'information de gestion

La présente Recommandation | Norme internationale utilise les termes suivants définis dans la Rec. X.720 du CCITT | ISO/CEI 10165-1:

- a) action;
- b) comportement;
- c) corrélation de nom;
- d) paquetage;
- e) hyperclasse.

3.5 Définitions relatives aux directives pour la définition d'objets gérés

La présente Recommandation | Norme internationale utilise le terme suivant défini dans la Rec. X.722 du CCITT | ISO/CEI 10165-4:

- squelette.

3.6 Définitions relatives au formulaire de conformité d'implémentation

La présente Recommandation | Norme internationale utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6:

- a) déclaration de conformité de relation gérée (MRCS);
- b) résumé de conformité de gestion (MCS);
- c) formulaire MCS;
- d) formulaire MRCS.

3.7 Définitions supplémentaires

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.7.1 rythme d'horloge effectif: fréquence – ou rythme – d'incrément de l'horloge, y compris les modifications résultant du réglage de la fréquence ou de l'apprentissage de l'horloge. Le rythme d'horloge effectif est identique au rythme de l'horloge de base en l'absence, ou avant, toute modification de réglage de fréquence.

3.7.2 exactitude: mesure de qualité de la valeur du temps et de la fréquence d'une horloge locale, par rapport au temps UTC.

3.7.3 rythme de réglage: fréquence – ou rythme – d'application d'un réglage élémentaire de temps à l'horloge locale.

3.7.4 rythme d'horloge de base: fréquence – ou rythme – d'incrément de l'horloge de base en l'absence de toute modification résultant du réglage de fréquence.

- 3.7.5 temps universel coordonné (UTC):** référence de temps supposée universellement juste. Le temps UTC a été adopté par la Recommandation 470 du CCIR; il est décrit dans le Rapport 517 du CCIR. Il ne s'agit pas de la représentation ASN.1 du temps généralisé.
- 3.7.6 horloge juste:** horloge dont la valeur absolue de l'erreur est inférieure à son erreur maximale.
- 3.7.7 biais de fréquence:** dérivée d'ordre 1 de l'erreur de l'horloge. Le biais de fréquence est le rythme effectif de variation de l'erreur de l'horloge.
- 3.7.8 erreur de l'horloge:** décalage de temps à un instant donné entre la valeur affichée par l'horloge et le temps UTC.
- 3.7.9 horloge en fonctionnement:** horloge dont le biais de fréquence est inférieur à l'erreur maximale de fréquence d'horloge, ou qui est en cours de réglage. Une horloge en fonctionnement peut être juste ou non juste.
- 3.7.10 granularité:** précision maximale permise par une représentation du temps.
- 3.7.11 horloge locale:** ensemble matériel et logiciel constituant une source locale de temps pour un système.
- 3.7.12 dérive maximale d'une horloge:** valeur maximale du biais de fréquence spécifiée par le constructeur.
- 3.7.13 erreur maximale d'une horloge:** borne supérieure de la valeur absolue de l'erreur d'une horloge.
- 3.7.14 précision:** plus petite valeur d'incrément de l'horloge.
- 3.7.15 rapport:** état dans lequel l'horloge locale est juste et où sa valeur maximale d'erreur est inférieure à la valeur maximale spécifiée par l'utilisateur.
- 3.7.16 domaine de synchronisation:** ensemble d'horloges locales impliquées dans l'échange d'informations de temps à des fins de coordination. Ceci englobe les horloges locales et les ressources de coordination d'horloge. Les éléments de cet ensemble sont définis par des considérations d'administration, de plate-forme et d'environnement.
- 3.7.17 source de synchronisation:** source choisie par un algorithme de stratégie de synchronisation du temps.
- 3.7.18 biais temporel; décalage:** différence algébrique entre les valeurs affichées de deux horloges à un instant donné.

4 Abréviations

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les abréviations suivantes sont utilisées:

DTS	Service de temps réparti (<i>distributed time service</i>)
GPS	Système mondial de radiorepérage (<i>global positioning system</i>)
LAN	Réseau local (<i>local area network</i>)
NTP	Protocole de temps réseau (<i>network time protocol</i>)
PCS	Synchronisation d'horloge probabiliste (<i>probabilistic clock synchronization</i>)
RPC	Invocation de procédure distante (<i>remote procedure call</i>)
UTC	Temps universel coordonné (<i>coordinated universal time</i>)

5 Conventions

La présente Recommandation | Norme internationale définit des services pour la fonction de gestion du temps conformément aux conventions de description définies dans le rapport ISO/TR 8509.

Les notations suivantes sont utilisées dans les tableaux de paramètres de service:

- M le paramètre est obligatoire
- C le paramètre est conditionnel
- (=) la valeur du paramètre est identique à celle du paramètre correspondant dans l'interaction décrite par la primitive précédente relative au service
- U l'emploi de ce paramètre est une option de l'utilisateur du service
- le paramètre n'est pas présent dans l'interaction décrite par la primitive concernée.

6 Besoins

Les fonctions de gestion-systèmes doivent enregistrer avec précision les instants auxquels se manifestent des notifications d'alarme, des notifications de faute, des notifications de récapitulation et des observations de valeur d'objets gérés. Les observations de valeur d'objets gérés peuvent porter sur des valeurs d'attribut, sur l'instant de modification de la valeur de cet attribut et sur les calculs d'intervalle de temps. La gestion-systèmes comprend également la programmation des objets gérés. La programmation inclut la supervision d'attributs des objets, tels que l'instant de démarrage, l'instant d'arrêt, l'instant de début et l'instant de fin et implique le suivi des secondes, heures, semaines, mois et années. Des applications se trouvant en dehors du domaine de la gestion-systèmes nécessitent en outre un service de temps stable et robuste.

L'objectif de service de la fonction de gestion du temps est de fournir un temps qui soit correct, précis et stable pour l'ensemble des systèmes. La mise en œuvre de la fonction de gestion du temps doit être cohérente avec l'application du système de communication de l'utilisateur.

Les besoins qui en résultent sont résumés ci-dessous et décrits en détail dans les paragraphes qui suivent.

Les fonctions de gestion du temps:

- définiront une représentation du temps incorporant une valeur du temps et une précision avec une granularité d'au moins 1 nanoseconde dans un domaine s'étendant au moins entre les années 1 à 3000 de l'ère chrétienne et représenteront des instants de temps qui se manifestent avec des sauts de jour;
- fourniront un temps précis et correct;
- minimiseront les erreurs de temps et de fréquence de tout système;
- prendront en charge la distribution d'informations liées au temps à destination d'autres systèmes;
- préserveront le caractère correct des horloges;
- seront résistantes vis-à-vis de défaillances uniques;
- fourniront des mécanismes de positionnement et de réglage de la valeur de l'heure de l'horloge locale;
- fourniront des mécanismes de configuration automatique du sous-réseau de synchronisation;
- fourniront des mécanismes permettant d'ajuster la fréquence de l'horloge locale.

6.1 Besoins concernant la représentation du temps

La fonction de gestion du temps définira une représentation du temps qui contient à la fois une valeur de temps et une précision. La représentation du temps aura une granularité égale ou inférieure à 1 nanoseconde. Le domaine de représentation du temps couvrira la période allant de l'an 1 à l'an 3000 de l'ère chrétienne.

NOTE – L'information suivante illustre la période de temps et la granularité pouvant être représentées avec 64 bits. Une représentation du temps à 64 bits avec une granularité de 100 ns s'étendra environ sur 59 973 années. La réduction de la granularité à une nanoseconde réduira le domaine de temps à environ 600 années.

La représentation du temps représentera des instants de temps qui se manifestent pendant des sauts de jour.

La représentation du temps n'aura pas besoin de représenter directement des instants de temps qui se manifestent pendant des sauts de seconde.

6.2 Besoins concernant l'exactitude et la précision du temps

Une exactitude et une précision seront associées à toute valeur de temps. La précision est indiquée dans l'exactitude mais constitue également un paramètre distinct. L'exactitude peut être représentée sous la forme d'une erreur estimée.

NOTE – Il peut être nécessaire de spécifier des prescriptions d'exactitude et de précision dans le cas d'environnements spécialisés. Ce point est traité dans l'Annexe I dans le contexte du service de temps utilisateur.

L'exactitude de toute horloge d'un système ne sera pas soumise à des contraintes résultant de paramètres du protocole de gestion du temps. Un protocole de gestion du temps minimisera l'erreur d'une horloge d'un système ainsi que son erreur maximale, compte tenu des limitations imposées par le matériel et les réseaux sous-jacents.

La borne concernant le décalage entre deux horloges quelconques d'un système ne sera pas soumise à des contraintes résultant de paramètres du protocole de gestion du temps. Le protocole de gestion du temps minimisera le décalage entre deux horloges quelconques d'un système, compte tenu des limitations imposées par le matériel et les réseaux sous-jacents.

Le protocole de gestion du temps fournira une indication de l'erreur maximale pour tout système. (Ceci borne d'une manière implicite la dérive maximale possible, étant donné qu'elle est la somme de deux erreurs maximales.)

La fonction de gestion du temps fournira à l'utilisateur, d'une manière optionnelle, un paramètre de gestion qui permet de spécifier l'exactitude requise pour une horloge locale.

6.3 Besoins de distribution du temps

La fonction de gestion du temps permettra la répartition de la gestion du temps entre les systèmes. Elle sera en mesure de s'exécuter dans un réseau de zone étendue au sein duquel peuvent se manifester des délais aléatoires élevés sur les itinéraires de transmission.

La fonction de gestion du temps disposera d'un mécanisme lui permettant de prendre en compte des sauts de seconde.

6.4 Besoins de fiabilité de la gestion du temps

La fonction de gestion du temps préservera l'état correct des horloges. Si toutes les horloges d'un domaine de synchronisation fonctionnent et sont correctes à un instant donné, elles resteront correctes à des instants futurs.

La fonction de gestion du temps sera configurable de manière à pouvoir faire face à des défaillances uniques, y compris des défaillances créées intentionnellement. D'une manière plus précise, il doit être possible de configurer la fonction de gestion du temps de sorte que, dans un réseau géré, la défaillance ou la mise en péril de l'horloge dans un seul système n'affecte pas le caractère correct des horloges de tout autre système. Ceci doit également être le cas pour la défaillance d'une horloge de référence externe.

Tout système local maintiendra des informations concernant son propre service de temps, ainsi que les services de temps avec lesquels il échange ses informations de temps. Une notification doit être activée pour une transmission éventuelle vers un système de gestion lors de la détection d'une faute sur le système propre ou un système distant.

La fonction de gestion du temps sera autocorrectrice. D'une manière spécifique, si une horloge est incorrecte mais en fonctionnement dans un système unique au sein d'un réseau géré, cette horloge convergera de manière à devenir correcte.

Les horloges locales seront en mesure de fournir un temps exact et correct même en cas de délais aléatoires élevés sur les itinéraires de transmission.

6.5 Besoins de l'horloge locale

L'implémentation d'une horloge locale est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation | Norme internationale. Une horloge locale doit toutefois satisfaire aux prescriptions suivantes afin de prendre en charge la fonction de gestion du temps.

Une horloge locale fournira des mécanismes de remise à l'heure en cas d'initialisation ou de faute, ainsi que pour ajuster périodiquement son temps en cours de fonctionnement normal.

Une horloge fournira, comme faisant partie de la remise à l'heure pendant le fonctionnement normal, des mécanismes interdisant un fonctionnement en marche arrière. Une horloge avec erreur positive ralentira pendant un certain temps et une horloge avec une erreur positive accélérera pendant un certain temps. Le rythme d'ajustement de l'horloge locale devra être supérieur au taux maximal de dérive de l'horloge. Une horloge locale convergera vers le temps correct.

NOTE 1 – Il est nécessaire de procéder avec soin pour fixer correctement le rythme de réglage. Un rythme de réglage trop rapide aura pour résultat une instabilité de l'horloge et un rythme de réglage trop lent ne pourra pas assurer la convergence.

Une horloge locale fournira, d'une manière optionnelle, des mécanismes de réglage permanents du rythme d'horloge de base pour l'horloge locale. Ce réglage se traduit par un nouveau rythme d'horloge réel pour l'horloge locale. Ceci peut être réalisé par le biais de mécanismes qui peuvent, ou non, faire partie du protocole de la fonction de gestion du temps.

La fonction de gestion du temps disposera, afin de minimiser les tâches manuelles de gestion de configuration des horloges locales, d'un mécanisme automatique qui permet de configurer les horloges locales en fonction de l'horloge la plus exacte et la plus stable (source de référence) se trouvant dans son domaine de synchronisation. Un mécanisme sera fourni afin de permettre à une nouvelle horloge locale d'utiliser une méthode de demande d'informations au sujet des sources de référence disponibles. La fréquence de modification des sources de référence sera minimisée.

NOTE 2 – Un service d'annuaire répertoire peut être utilisé dans ce contexte.

La fonction de gestion du temps fournira une compensation pour le décalage de fréquence prévisionnel de l'horloge locale utilisée dans le système local.

L'horloge locale sera en mesure de procéder à un basculement d'horloge de référence dans les cas suivants:

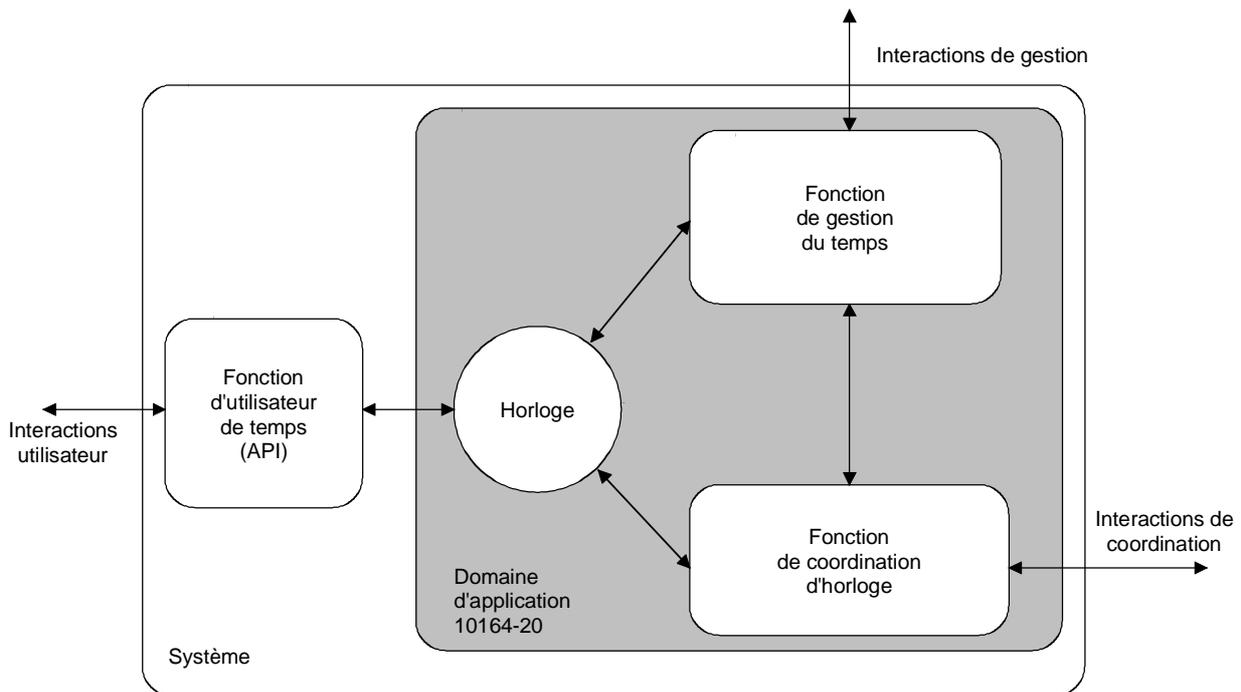
- a) la référence en vigueur ne répond pas pendant une durée de temps qui met en danger l'exactitude de l'horloge locale;
- b) la dispersion de la synchronisation indique que les limites statistiques de tolérance ont été dépassées pour la référence en vigueur.

7 Modèle

La fonction de gestion du temps a pour but de gérer les ressources liées à la fourniture d'informations de temps de bonne qualité au sein d'un système. Le présent article définit la fonctionnalité générique impliquée dans la fourniture des informations de temps puis identifie les éléments constitutifs de cette fonctionnalité se trouvant dans le domaine d'application de la fonction de gestion du temps. Les ressources d'un système qui sont liées au temps sont identifiées. On fournit un modèle pour la fonction de gestion du temps et on définit la fonction de coordination d'horloge.

7.1 Fonctionnalité générique de temps

Les divers composants nécessaires à la fourniture et à la gestion des informations de temps dans un système constituent un ensemble de fonctions génériques de temps. Toutes ces fonctions se basent sur une horloge locale et sur des références de temps extérieures optionnelles. Les fonctions génériques de temps peuvent être ordonnées sous la forme de composants de base qui interagissent avec ces horloges: la fonction de coordination d'horloge, la fonction de gestion du temps et la fonction d'utilisateur de temps. La Figure 1 illustre la fonctionnalité générique de temps.



T0408900-98/d01

Figure 1 – Fonctionnalité générique de temps

La fonction de coordination d'horloge synchronise – entre elles et par rapport à des étalons de temps nationaux et internationaux – des horloges individuelles appartenant à différents systèmes. Cette fonction contient les mécanismes nécessaires à l'échange d'informations de temps permettant d'aboutir à des conclusions significatives. Un même système peut utiliser de multiples procédés de coordination d'horloge.

La fonction de gestion du temps contient les fonctionnalités nécessaires à la supervision et à la commande des horloges et du processus de coordination d'horloge.

La fonction d'utilisateur de temps de la fonctionnalité générique de temps permet à des utilisateurs d'accéder aux informations de temps constituées de la valeur actuelle du temps et de l'exactitude de cette valeur. Un utilisateur de temps représente tout consommateur de valeurs de temps pouvant être des processus d'application, des systèmes d'exploitation et des processus de communication et de gestion OSI.

La présente Recommandation | Norme internationale traite des composants de la fonctionnalité générique de temps qui impliquent une communication entre systèmes. Ceci comprend les composants de coordination d'horloge et de gestion du temps définis précédemment. La coordination d'horloge est un algorithme réparti de par sa nature même; par contre, la gestion du temps se conforme au modèle normalisé gestionnaire-agent qui est présent dans d'autres fonctions de gestion-systèmes. Le composant "utilisateur de temps", bien que très important du point de vue du système local, est considéré comme du ressort local et sort du cadre de la présente spécification.

NOTE – Il existe un certain nombre de questions liées à la fourniture d'un service d'utilisateur de temps dans un système local. Ce point est traité dans l'Annexe I.

7.2 Fonction de gestion du temps

Le présent paragraphe identifie les ressources gérées par la fonction de gestion du temps et présente le modèle de gestion de ces ressources.

7.2.1 Ressources en relation avec le temps

Il existe deux types de ressources en relation avec la fourniture d'informations de temps à leurs utilisateurs ou consommateurs: les horloges et les outils de coordination d'horloge.

Les horloges sont des horloges locales ou des références de temps externes. Une horloge locale se compose de l'ensemble des composants matériels et logiciels qui constituent une source unique d'informations de temps au sein d'un système. Une référence de temps externe est une interface localisée au sein d'un système, qui fournit un accès à une horloge spécialisée externe au moyen de paramètres spécifiés et qui est en relation avec des étalons de temps nationaux ou internationaux.

La coordination d'horloge se constitue de l'ensemble de mécanismes de protocole, de procédures et d'algorithmes utilisés pour échanger des informations de temps entre des horloges individuelles et pour traiter ces informations à des fins de coordination de ces horloges. La coordination s'effectue en général entre des horloges locales de systèmes différents au moyen d'un protocole de coordination d'horloge. Elle peut également s'effectuer au sein d'un système entre des horloges locales et des références externes. Elle peut être réalisée par un protocole de coordination d'horloge ou par des moyens locaux et se trouve en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation | Norme internationale.

La fonction de gestion du temps est concernée principalement par la gestion de deux types de ressources liées au temps, les horloges et les protocoles de synchronisation. La fonction de gestion du temps définit à cet effet deux classes et deux sous-classes d'objets gérés et les fonctions qui dépendent de la gestion de ces objets. Ces ensembles d'objets englobent ceux qui modélisent les sources de temps ou les horloges et ceux qui modélisent le processus de coordination d'horloge. La Figure 2 présente ces relations.

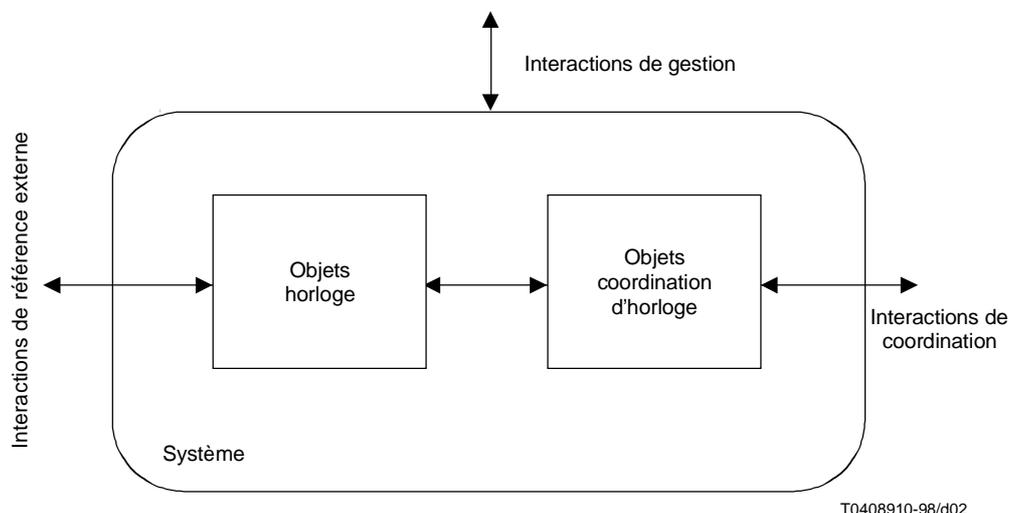


Figure 2 – Ressources liées au temps

7.2.2 Fonctions de gestion du temps

Les fonctions suivantes sont identifiées comme étant liées à la gestion du temps. Les trois premières sont liées à des objets "horloge" et les quatre autres sont liées à des objets "coordination d'horloge":

- obtention du statut de l'horloge;
- modification de paramètres de l'horloge;
- réinitialisation d'horloge;
- distribution d'un avertissement de saut de seconde;
- obtention du statut du protocole (global ou par association);
- modification de la machine de protocole (ajout ou suppression d'entité homologue, modification de l'intervalle d'interrogation, modification de l'exactitude requise);
- démarrage et arrêt de la machine de protocole.

7.2.3 Objets gérés de la fonction de gestion du temps

La fonction de gestion du temps définit quatre objets gérés:

- 1) l'objet "source-horloge" [*clockSource*];
- 2) l'objet "horloge locale" [*localClock*];
- 3) l'objet "horloge de référence" [*referenceClock*];
- 4) l'objet "protocole de synchronisation" [*synchronizationProtocol*].

Les trois premiers objets sont utilisés pour modéliser des sources de temps alors que le dernier modélise le processus de coordination d'horloge. La classe d'objets "protocole de synchronisation" peut être spécialisée (c'est-à-dire donner lieu à la définition de sous-classes) afin de représenter des protocoles spécifiques de synchronisation de temps. L'Annexe B spécifie, par exemple, une sous-classe du protocole de temps réseau (NTP, *network time protocol*). La spécification de nouvelles classes pour d'autres protocoles de synchronisation de temps appelle une étude ultérieure. La Figure 3 illustre la hiérarchie d'héritage de la fonction de gestion du temps, et la Figure 4 indique les corrélations de noms.

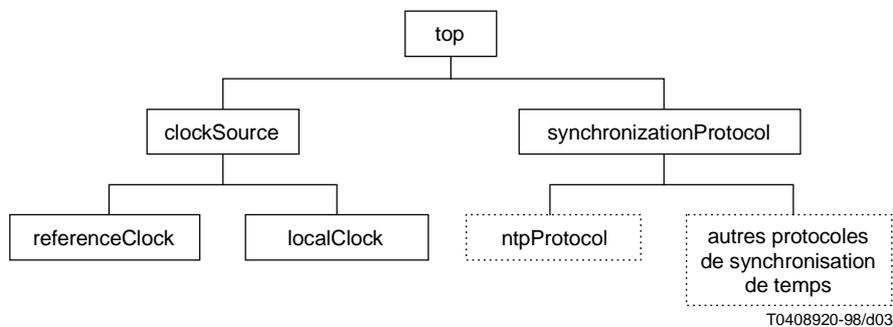


Figure 3 – Hiérarchie d'héritage de la fonction de gestion du temps

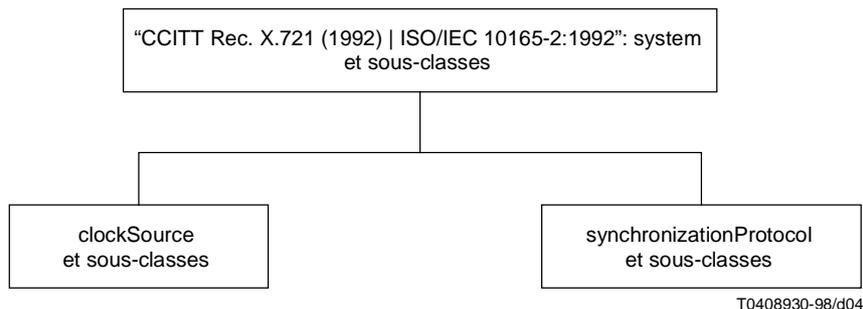


Figure 4 – Corrélations de noms de la fonction de gestion du temps

7.2.4 Objet géré "source-horloge"

L'objet "source-horloge" modélise l'état dynamique d'une horloge. Deux sous-classes sont définies afin de faire la distinction entre des horloges internes au système et des interfaces d'horloge de référence externe. L'objet "source-horloge" doit contenir les attributs suivants:

- identité de l'horloge;
- état opérationnel;
- statut de l'horloge;
- valeur de l'horloge;
- compteur d'événements d'horloge;
- code d'événement d'horloge;
- temps de l'événement d'horloge.

L'objet "source-horloge" peut contenir les attributs suivants:

- précision;
- dérive de l'horloge;
- erreur maximale;
- erreur estimée;
- temps, date et forme (insertion ou suppression) du prochain saut de seconde;
- temps, type et comptage total des événements d'horloge.

L'objet "source-horloge" fournit une action permettant de:

- réinitialiser l'horloge.

L'objet "source-horloge" fournit une notification de l'événement suivant:

- changement d'état.

7.2.4.1 Objet géré "horloge locale"

Toute source d'informations de temps dans un système réel est considérée comme une horloge locale. Une horloge locale est une représentation conceptuelle du matériel et du logiciel qui constitue la source des informations de temps du système. Une horloge locale fonctionne correctement lorsque son erreur de fréquence maximale n'excède pas la tolérance spécifiée par le constructeur pour cette horloge.

L'énoncé ci-dessus n'exige que très peu d'une horloge. Il spécifie uniquement qu'une horloge doit fonctionner environ une seconde par seconde. Cet énoncé ne fait aucune déclaration au sujet du temps actuel ou du caractère correct de l'horloge. Il ne fait pas non plus de déclaration au sujet du rythme futur de l'horloge en fonction de son comportement antérieur. Cet énoncé concernant les propriétés de l'horloge locale est manifestement indépendant du réseau et de ses propriétés.

L'objet "horloge locale" constitue le modèle de la ressource "horloge locale" utilisée dans la fonction de gestion du temps. Cet objet est dérivé de l'objet "source-horloge" et contient les attributs suivants, qui viennent s'ajouter à ceux qui sont hérités de l'objet "source-horloge":

- adresse réseau de l'horloge;
- adresse réseau des horloges homologues;
- intervalle de réglage de l'horloge;
- source de synchronisation actuelle de l'horloge;
- erreur maximale acceptable pour l'horloge;
- la strate de l'horloge.

7.2.4.2 Objet géré "horloge de référence"

L'objet géré "horloge de référence" fournit un mécanisme de modélisation des interfaces avec des sources uniques de temps externes. Ceci inclut des interfaces vers des sources telles que le système mondial de radiorepérage (GPS, *global positioning system*), des sources radio (WWV) et des oscillateurs atomiques (étalons de temps au césium). Il est prévu qu'un domaine de synchronisation particulier ne contiendra qu'un nombre restreint de telles sources. L'objet "horloge de référence" est dérivé de l'objet "source-horloge" et contient l'attribut suivant, en plus de ceux hérités de l'objet "source-horloge":

- source/type de temps externe.

7.2.5 Objet géré "protocole de synchronisation"

Un objet "protocole de synchronisation" représente une instance individuelle d'un protocole utilisé pour échanger des informations de temps avec diverses horloges locales. L'objet "protocole de synchronisation" peut être utilisé (par exemple, comme dans des sous-classes) afin de représenter divers protocoles de synchronisation du temps. L'objet "protocole de synchronisation" contient les attributs suivants:

- l'identité du protocole particulier de synchronisation du temps;
- le type de protocole de synchronisation du temps;
- horloges locales coordonnées actuellement (une ou plusieurs);
- liste d'autres horloges avec lesquelles des informations de temps ont été échangées.

L'objet "protocole de synchronisation" fournit des actions permettant de:

- distribuer des informations de saut de seconde;
- réinitialiser le protocole de coordination.

La classe d'objets "protocole de synchronisation" peut être spécialisée (c'est-à-dire donner lieu à la définition de sous-classes) afin de représenter des protocoles spécifiques de synchronisation de temps. L'Annexe B spécifie, par exemple, une sous-classe du protocole de temps réseau (NTP). La spécification de nouvelles classes pour d'autres protocoles de synchronisation du temps appelle une étude ultérieure.

7.3 Fonction de coordination d'horloge

La fonction de coordination d'horloge permet la coordination d'horloges à des fins de synchronisation du temps. Elle constitue l'une des ressources gérées par la fonction de gestion du temps. Il a été décidé de définir une solution pour cette fonction, dans le domaine d'application de la présente Recommandation | Norme internationale, car il n'existe pas de Recommandation | Norme internationale définie par ailleurs.

Il existe diverses fonctions de coordination d'horloge susceptibles d'être utilisées. Plusieurs de ces fonctions peuvent exister dans un système donné. Leurs interactions sont en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation | Norme internationale. Les fonctions de coordination des horloges locales avec des références externes pour un système donné sont également en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation | Norme internationale. Pour être complète, une coordination d'horloge sera définie comme partie de la présente Recommandation | Norme internationale.

La coordination d'horloge est divisée, à des fins de modélisation, en deux composants: le protocole de synchronisation du temps et les procédures de synchronisation du temps. Le protocole de synchronisation du temps contient le mécanisme d'échange d'informations de temps entre les horloges appartenant à un domaine de synchronisation. Les procédures de synchronisation du temps incorporent les procédures et les algorithmes nécessaires pour traiter ces informations et agir sur elles d'une manière locale à des fins de coordination d'horloge. Les paragraphes qui suivent donnent un aperçu général au sujet de ces procédures.

7.3.1 Protocole de synchronisation du temps

Le protocole de synchronisation du temps est utilisé pour échanger des informations de temps entre systèmes à des fins de synchronisation. Il existe à l'heure actuelle un certain nombre de protocoles de synchronisation du temps qui sont présentés dans l'Annexe H. La fonction de gestion du temps permettra la gestion de ces protocoles. Cette fonction définira en outre un protocole de synchronisation du temps qui traitera les besoins identifiés dans l'article 6. Les procédures suivantes ont été identifiées pour le protocole de synchronisation du temps.

7.3.1.1 Procédure d'interrogation du temps

La **procédure d'interrogation du temps** fournit un mécanisme permettant d'obtenir une valeur de temps. Une procédure d'interrogation du temps se présente d'une manière abstraite comme une invocation de procédure à distance. La procédure d'interrogation du temps est le mécanisme utilisé par l'horloge locale pour obtenir des informations à partir d'autres entités. Elle se constitue, d'une manière abstraite, d'une invocation de procédure à distance à destination d'horloges locales situées dans d'autres systèmes réels distants. L'horloge locale distante renvoie les informations suivantes la concernant: le temps et l'erreur maximale, un avertissement concernant l'instant d'apparition du prochain saut de seconde (tel que fourni par un moyen de diffusion national) et une borne inférieure du temps de réponse lié au traitement de la demande par ce système.

7.3.1.2 Procédure de transmission du temps

La **procédure de transmission du temps** fournit un mécanisme optionnel de diffusion périodique du temps actuel et de l'erreur maximale. Ceci rend possible des mises en œuvre de l'horloge locale qui obtiennent la valeur du temps en écoutant cette diffusion et en ajustant en conséquence leurs horloges locales.

7.3.2 Procédures de synchronisation du temps

Les procédures de synchronisation du temps sont utilisées pour traiter les informations collectées par le protocole de synchronisation du temps et pour utiliser ces informations en vue d'une prise de décisions. Les protocoles décrits dans l'Annexe H incorporent des caractéristiques du protocole de synchronisation du temps et les composants des procédures de synchronisation du temps de la coordination d'horloges.

7.3.2.1 Procédure de fourniture du temps

La **procédure de fourniture du temps** constitue un mécanisme de fourniture à la demande de la valeur du temps. L'horloge locale peut entretenir la valeur de l'erreur maximale en même temps que celle du temps. Si, par exemple, l'horloge locale est implémentée sous la forme d'un compteur en mémoire qui est incrémenté de la valeur de la précision de l'horloge à chaque battement d'horloge, un deuxième compteur d'erreur maximale peut simultanément être incrémenté de la valeur du produit de la précision de l'horloge par la dérive maximale de l'horloge (telle que celle-ci est spécifiée par le constructeur de l'horloge). Cet entretien de l'erreur maximale implique l'hypothèse qu'une horloge qui fonctionne et qui est correcte au départ reste correcte dans le futur. Les deux données (valeur et exactitude du temps) sont cohérentes entre elles à un instant donné (c'est-à-dire qu'elles sont des informations élémentaires au niveau de l'interface avec le service du temps).

7.3.2.2 Procédure de synchronisation du temps

La **procédure de synchronisation du temps** est invoquée périodiquement afin de calculer un nouveau décalage de l'heure de l'horloge locale. Ceci se fait en invoquant une procédure d'interrogation du temps pour chacune des horloges locales qui partagent à cet instant des informations de temps avec l'horloge locale concernée. Un temps réseau et une erreur maximale sont calculés à partir des réponses, une fois ces informations collectées. Les résultats sont comparés à l'heure de l'horloge locale et un décalage de temps est calculé. On procède ensuite à un réglage ou à une mise à jour de l'heure de l'horloge locale, compte tenu de la valeur du décalage de temps et de la stratégie de gestion utilisées pour l'horloge locale concernée.

7.3.2.3 Procédure de réglage du temps

La **procédure de réglage du temps** fournit un mécanisme permettant d'augmenter ou de diminuer la fréquence de l'horloge locale pendant une durée spécifiée. Il en résulte un réglage par petites quantités de la valeur de l'horloge conduisant à une réduction progressive de l'erreur de l'horloge. Ce réglage doit utiliser le rythme de réglage de l'horloge. Au fur et à mesure du réglage, l'erreur maximale doit être réduite de la valeur de la correction déjà effectuée, étant donné que le but du réglage est de réduire l'erreur de l'horloge locale.

7.3.2.4 Procédure de mise à jour du temps

La **procédure de mise à jour du temps** fournit un mécanisme permettant de modifier instantanément la valeur de l'horloge lorsque des réglages progressifs ne sont pas suffisants. Ceci est le plus souvent le cas lors de l'initialisation, ou après la détection d'une horloge locale fautive. Cette procédure peut également être utilisée à la place de la procédure de réglage du temps pour effectuer les réglages normaux de maintien de la synchronisation. La modification de l'heure de l'horloge locale nécessite la spécification d'une erreur maximale. Les mises à jour du temps et de l'erreur maximale doivent être cohérentes (informations unitaires au niveau de l'interface vers le service de temps).

7.3.2.5 Procédure de prochain saut de seconde

La **procédure de prochain saut de seconde** fournit un mécanisme permettant de spécifier l'instant du prochain saut de seconde ainsi que l'indication s'il s'agit d'une insertion ou d'une suppression. Lorsque l'instant du prochain saut de seconde est atteint, l'horloge ajuste son temps afin de compenser le saut de seconde. La décision d'effectuer ce réglage en une seule étape ou de manière progressive est actuellement une affaire locale. Les systèmes qui ont besoin d'une référence de temps plus stable au voisinage d'un saut de seconde traiteront cette question d'une manière plus rigoureuse.

7.3.2.6 Procédure de calcul du réglage de fréquence

La **procédure de calcul du réglage de fréquence** est invoquée d'une manière périodique afin de calculer une nouvelle fréquence de réglage pour l'horloge locale, qui doit être utilisée par la procédure de réglage de fréquence. Cette procédure optionnelle examine les réglages de décalage d'horloge effectués précédemment par des procédures de

synchronisation du temps. Si les décalages de temps demandés pour l'horloge locale présentent explicitement un profil systématique, la fréquence de l'horloge locale (rythme réel de l'horloge) peut alors être réglée dans les limites autorisées par le matériel et le logiciel de l'horloge.

7.3.2.7 Procédure de réglage de fréquence

La **procédure de réglage de fréquence** fournit un mécanisme permettant d'ajuster la fréquence apparente de l'horloge locale (appelée parfois apprentissage de l'horloge). Il s'agit d'une procédure optionnelle qui modifie la fréquence apparente de l'horloge locale (rythme réel de l'horloge). Le mécanisme doit, dans ce cas, permettre également de modifier la dérive maximale spécifiée pour l'horloge. Ces deux attributs doivent être mis à jour chacun d'une manière unitaire.

7.4 Fonction d'utilisateur du temps

Le composant "fonction d'utilisateur du temps" fournit aux utilisateurs l'accès à des informations de temps contenant des valeurs de temps sous divers formats, la qualité des valeurs de temps (exactitude, précision, etc.), des compteurs d'intervalle de temps, etc. Cette partie de la fonctionnalité générique de temps est toutefois considérée comme une question locale qui se trouve en dehors du domaine d'application de la fonction de gestion du temps.

8 Définitions génériques

8.1 Représentation du temps

Une représentation du temps utilisable par la fonction de gestion du temps, ainsi que par toute fonction de gestion OSI ou application utilisateur faisant appel à ce service, contiendra une valeur de temps, une erreur maximale et une époque. Il existe plusieurs autres représentations du temps spécifiées par divers organismes internationaux de normalisation.

Cette représentation du temps utilise deux nombres entiers représentant le nombre de secondes et le nombre de nanosecondes écoulées depuis le début d'une époque, en prenant comme date de base 0 heure, 0 minute, 0 seconde GMT le 1^{er} janvier 1970. Cette représentation possède une précision d'une nanoseconde et une étendue d'environ 600 ans par époque. L'apparition d'un saut de seconde sera notée à des fins de conversion, mais n'entraînera pas de discontinuité dans la représentation du temps. Un fuseau horaire local peut être indiqué en outre à des fins de conversions vers d'autres formats de temps.

L'erreur maximale d'un horodatage est représentée par un nombre entier correspondant à des nanosecondes. L'erreur maximale possède une étendue allant de zéro nanoseconde à environ 3 jours (281 474 976 710 654 nanosecondes). La valeur maximale représente une situation dans laquelle aucune estimation de l'erreur n'est possible.

La représentation du fuseau horaire local est un nombre entier indiquant le nombre de minutes à l'est du méridien GMT. Les valeurs se situant en dehors du domaine de -780 à 780 minutes sont indéfinies ou inconnues. Le fuseau horaire local indique le fuseau horaire dans lequel l'horodatage a été créé.

La représentation d'une époque est un nombre entier indiquant approximativement une période de 600 ans (4 294 967 296 secondes), l'époque 0 indiquant la période débutant en 1970. L'époque étend le domaine de représentation aux années 74 800 à 79 400 de notre ère, ce qui représente environ 154 000 années.

8.2 Classes d'objets gérés

8.2.1 Source-horloge *clockSource*

Cette classe d'objets fournit des informations au sujet de l'état dynamique d'une horloge au sein d'un système. Deux sous-classes sont définies pour faire la distinction entre des horloges internes au système et des interfaces d'horloge de référence externe. Une instance de cet objet est nécessaire pour toute horloge susceptible d'être gérée.

L'objet "source-horloge" fournit un accès à une source de temps au sein d'un système et des informations au sujet de cette source. L'attribut "statut de l'horloge" est identifié comme attribut d'état. Un changement de la valeur de l'attribut "état opérationnel" ou de l'attribut "statut de l'horloge" entraîne l'émission d'une notification "changement d'état". Cette classe d'objets gérés est une sous-classe de la classe "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2":top et fournit les attributs supplémentaires suivants:

- *clockID* (*identificateur de l'horloge*);
- "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2": *operationalState* (*état opérationnel*);
- *clockStatus* (*statut de l'horloge*);

- clockValue (*valeur de l'horloge*);
- clockEventCounter (*compteur d'événement d'horloge*);
- clockEventCode (*code d'événement d'horloge*);
- clockEventTime (*instant d'événement d'horloge*).

Les attributs suivants sont présents si une instance prend en charge des informations de source-horloge plus détaillées:

- clockPrecision (*précision de l'horloge*);
- clockDrift (*dérive de l'horloge*);
- clockMaximumError (*erreur maximale de l'horloge*);
- clockEstimatedError (*erreur estimée de l'horloge*).

Les attributs suivants sont présents si une instance prend en charge des informations de saut de seconde:

- leapSecondIndication (*indication de saut de seconde*);
- leapSecondCount (*comptage de saut de seconde*).

Cette classe d'objets gérés fournit la notification supplémentaire suivante:

- "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2": stateChange (*changement d'état*).

Cette classe d'objets gérés fournit l'action suivante:

- clockReset (*réinitialisation d'horloge*).

8.2.2 Horloge locale *localClock*

Cette classe d'objets fournit des informations au sujet de l'état dynamique d'une horloge locale interne à un système. Elle constitue une sous-classe de la classe d'objets gérés "source-horloge". L'objet "horloge locale" fournit un accès à une source de temps au sein d'un système et des informations au sujet de cette source. Cette classe d'objets gérés fournit les attributs supplémentaires suivants:

- localClockAddress (*adresse de l'horloge locale*);
- peerClockAddresses (*adresses des horloges homologues*);
- synchronizationSourceAddress (*adresse de source de synchronisation*);
- clockStratum (*strate de l'horloge*);
- clockAdjustmentInterval (*intervalle de réglage de l'horloge*).

8.2.3 Horloge de référence *referenceClock*

Cette classe d'objets fournit des informations au sujet de l'état dynamique d'une interface d'horloge qui réside dans un système et fournit à ce dernier un accès à une référence de temps externe. Elle constitue une sous-classe de la classe d'objets gérés "source-horloge". Elle fournit l'attribut supplémentaire suivant:

- referenceClockType (*type d'horloge de référence*).

8.2.4 Protocole de synchronisation *synchronizationProtocol*

Cette classe d'objets fournit des informations générales au sujet d'une des fonctions de coordination d'horloge présentes dans un système ainsi que l'accès aux paramètres de base du protocole de synchronisation du temps. Elle constitue une sous-classe de la classe "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2":top (*sommet*). Elle fournit les attributs supplémentaires suivants:

- synchronizationProtocolID (*identificateur de protocole de synchronisation*);
- synchronizationProtocolType (*type de protocole de synchronisation*);
- synchronizedClock (*horloge synchronisée*);
- synchronizingClocks (*horloges de synchronisation*).

Elle fournit les actions supplémentaires suivantes:

- leapSecondAction (*saut de seconde*);
- protocolResetAction (*réinitialisation de protocole*).

8.3 Définitions d'attributs

8.3.1 Intervalle de réglage de l'horloge

Cet attribut spécifie l'intervalle de temps à l'intérieur duquel s'appliquent les réglages progressifs de l'horloge locale.

8.3.2 Dérive de l'horloge

Cet attribut indique la valeur de dérive de l'horloge spécifiée par le constructeur.

8.3.3 Erreur estimée de l'horloge

Cet attribut indique l'erreur estimée de l'horloge.

8.3.4 Code événement d'horloge

Cet attribut identifie l'événement d'exception d'horloge le plus récent au sein du système.

8.3.5 Compteur d'événements d'horloge

Cet attribut spécifie un compteur du nombre d'événements d'exception du système qui se sont manifestés depuis la dernière fois que le compteur a été contrôlé et remis à zéro.

8.3.6 Instant d'événement d'horloge

Cet attribut indique l'instant d'apparition de l'événement d'exception le plus récent au sein du système.

8.3.7 Identificateur de l'horloge

Cet attribut identifie l'horloge modélisée par l'objet géré.

8.3.8 Erreur maximale de l'horloge

Cet attribut indique l'erreur maximale de l'horloge.

8.3.9 Précision de l'horloge

Cet attribut indique la précision de l'horloge.

8.3.10 Statut de l'horloge

Cet attribut indique le statut actuel de l'horloge.

8.3.11 Strate de l'horloge

Cet attribut indique la valeur actuelle de strate pour cette horloge locale de ce nœud.

8.3.12 Valeur de l'horloge

Cet attribut indique le temps actuel de l'horloge.

8.3.13 Comptage de saut de seconde

Cet attribut spécifie le cumul du nombre de sauts de secondes qui ont eu lieu depuis le 1^{er} janvier 1972.

8.3.14 Indication de saut de seconde

Cet attribut indique qu'un saut de seconde aura lieu à la fin de la journée en cours.

8.3.15 Adresse de l'horloge locale

Cet attribut indique l'adresse réseau de ce nœud.

8.3.16 Adresses d'horloges homologues

Cet attribut contient la liste des adresses réseau des horloges homologues que ce nœud maintient actuellement.

8.3.17 Type d'horloge de référence

Cet attribut spécifie le type d'horloge de référence ou de source externe représenté par cet objet.

8.3.18 Identificateur de protocole de synchronisation

Cet attribut identifie le protocole de synchronisation modélisé par l'objet géré.

8.3.19 Type de protocole de synchronisation

Cet attribut identifie le type de protocole de synchronisation modélisé.

8.3.20 Adresse de source de synchronisation

Cet attribut spécifie l'adresse réseau ou le type d'horloge de référence de la source de synchronisation actuelle pour ce nœud.

8.3.21 Horloge synchronisée

Cet attribut spécifie l'horloge en cours de synchronisation par cette instance de protocole de synchronisation du temps.

8.3.22 Horloges de synchronisation

Cet attribut spécifie l'ensemble des horloges qui échangent des informations avec cette horloge à des fins de synchronisation.

8.4 Définitions d'action

Ce paragraphe fournit le détail des paramètres et des sémantiques des actions définies dans la présente Recommandation | Norme internationale pour les paramètres généraux suivants du service M-ACTION défini dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595:

- type d'action;
- information d'action;
- réponse d'action.

8.4.1 Réinitialisation d'horloge

L'action "réinitialisation d'horloge" fournit la capacité de réinitialiser une instance d'objet "source-horloge" avec une valeur donnée. Ce service utilise les services et les procédures M-ACTION définis dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595.

8.4.2 Saut de seconde

L'action "saut de seconde" fournit la capacité de distribuer une indication qu'un saut de seconde est imminent. Elle contient des mécanismes de positionnement des paramètres adéquats du protocole. Ce service utilise les services et les procédures M-ACTION définis dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595.

8.4.3 Réinitialisation de protocole

L'action "réinitialisation de protocole" fournit la capacité de redémarrage du protocole de synchronisation du temps. Ce service utilise les services et les procédures M-ACTION définis dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595.

8.5 Définitions de corrélations de noms**8.5.1 Source-horloge-système**

Cette corrélation de nom est utilisée pour nommer un objet "source-horloge" par rapport à un objet système.

8.5.2 Protocole de synchronisation-système

Cette corrélation de nom est utilisée pour nommer un objet "protocole de synchronisation" par rapport à un objet système.

9 Définitions de service

La présente Recommandation | Norme internationale introduit les trois services suivants: réinitialisation d'horloge, distribution de saut de seconde et réinitialisation de protocole. Ces services sont définis ci-dessous. L'utilisation de services définis dans d'autres fonctions est également décrite ci-dessous.

Les fonctions d'horloge sont les suivantes:

- création d'un objet géré "horloge";
- suppression d'un objet géré "horloge";
- modification de paramètres d'horloge;

ISO/CEI 10164-20 : 1999 (F)

- accès au statut de l'horloge;
- réinitialisation d'horloge.

Les fonctions de coordination d'horloge sont les suivantes:

- création d'un objet géré "coordination d'horloge";
- suppression d'un objet géré "coordination d'horloge";
- modification de paramètres d'horloge;
- accès au statut du protocole de coordination d'horloge;
- réinitialisation de la machine de protocole de coordination d'horloge;
- distribution de notification de saut de seconde.

9.1 Service PT-CREATE

Le service PT-CREATE défini dans la Rec. X.730 du CCITT | ISO/CEI 10164-1 est utilisé pour permettre à un système ouvert de demander à un autre système ouvert de créer un objet géré qui modélise, à des fins de gestion, l'horloge ou la coordination de ressources d'horloge disponibles dans ce système. Le service ne crée pas la ressource sous-jacente.

9.2 Service PT-DELETE

Le service PT-DELETE défini dans la Rec. X.730 du CCITT | ISO/CEI 10164-1 est utilisé pour permettre à un système ouvert de demander à un autre système ouvert de supprimer un objet géré modélisant l'horloge ou la coordination de ressources d'horloge disponibles dans ce système à des fins de gestion. Le service ne supprime pas la ressource sous-jacente.

9.3 Service PT-SET

Le service PT-SET défini dans la Rec. X.730 du CCITT | ISO/CEI 10164-1 est utilisé pour permettre à un système ouvert de demander à un autre système ouvert de modifier la valeur d'attributs pouvant être positionnés dans l'objet géré "horloge" ou dans l'objet géré "coordination d'horloge".

9.4 Service PT-GET

Le service PT-GET défini dans la Rec. X.730 du CCITT | ISO/CEI 10164-1 est utilisé pour extraire l'un des attributs pouvant être lus dans l'objet géré "horloge" ou dans l'objet géré "coordination d'horloge".

9.5 Service de changement d'état

La notification de changement d'état définie dans la Rec. X.731 du CCITT | ISO/CEI 10164-2 peut être utilisée pour superviser le changement d'état du statut de l'objet géré "horloge" ou de l'objet géré "coordination d'horloge".

9.6 Service de réinitialisation d'horloge

Le service de réinitialisation d'horloge permet à un gestionnaire de demander à un autre système ouvert (le système géré) de réinitialiser l'horloge. Le Tableau 1 donne la liste des paramètres de ce service.

Le service de réinitialisation d'horloge utilise les paramètres définis dans l'article 8 de la présente Recommandation | Norme internationale en plus des paramètres généraux du service M-ACTION définis dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595.

Tableau 1 – Paramètres de réinitialisation d'horloge

Nom du paramètre	Dem/Ind	Rép/Conf
Identificateur d'invocation	P	P
Identificateur lié	–	P
Mode	P	–
Classe d'objets de base	P	–
Instance d'objet de base	P	–
Domaine d'application	P	–
Filtre	P	–
Classe d'objets gérés	–	P
Instance d'objet géré	–	P
Contrôle d'accès	P	–
Synchronisation	P	–
Type de réinitialisation d'horloge	M	C(=)
Information de réinitialisation d'horloge	M	–
Valeur de l'horloge	M	–
Temps actuel	–	P
Erreurs	–	C

9.7 Service de saut de seconde

Le service de saut de seconde permet à un gestionnaire de demander à un autre système ouvert (le système géré) de lancer la distribution d'une information de saut de seconde. Le Tableau 2 donne la liste des paramètres de ce service.

Le service de saut de seconde utilise les paramètres définis dans l'article 8 en plus des paramètres généraux du service M-ACTION définis dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595.

9.8 Service de réinitialisation de protocole

Le service de réinitialisation de protocole permet à un gestionnaire de demander à un autre système ouvert (le système géré) de lancer la distribution d'une information de saut de seconde. Le Tableau 3 donne la liste des paramètres de ce service.

Le service de réinitialisation de protocole utilise les paramètres définis dans l'article 8 en plus des paramètres généraux du service M-ACTION définis dans la Rec. X.710 du CCITT | ISO/CEI 9595.

Tableau 2 – Paramètres de saut de seconde

Nom du paramètre	Dem/Ind	Rép/Conf
Identificateur d'invocation	P	P
Identificateur lié	–	P
Mode	P	–
Classe d'objets de base	P	–
Instance d'objet de base	P	–
Domaine d'application	P	–
Filtre	P	–
Classe d'objets gérés	–	P
Instance d'objet géré	–	P
Contrôle d'accès	P	–
Synchronisation	P	–
Type de saut de seconde	M	C(=)
Information de saut de seconde	M	–
Indication de saut	M	–
Date du saut	M	–
Temps actuel	–	P
Erreurs	–	C

Tableau 3 – Paramètres de réinitialisation de protocole

Nom du paramètre	Dem/Ind	Rép/Conf
Identificateur d'invocation	P	P
Identificateur lié	–	P
Mode	P	–
Classe d'objets de base	P	–
Instance d'objet de base	P	–
Domaine d'application	P	–
Filtre	P	–
Classe d'objets gérés	–	P
Instance d'objet géré	–	P
Contrôle d'accès	P	–
Synchronisation	P	–
Type de réinitialisation de protocole	M	C(=)
Information de réinitialisation de protocole	M	–
Temps actuel	–	P
Erreurs	–	C

10 Unités fonctionnelles

La présente Recommandation | Norme internationale définit deux unités fonctionnelles pour la gestion du temps:

- a) unité fonctionnelle de commande d'horloge;
- b) unité fonctionnelle de coordination d'horloge.

L'unité fonctionnelle de commande d'horloge nécessite la prise en charge des services PT-CREATE, PT-DELETE, PT-SET et PT-GET, ainsi que des services de changement d'état et de réinitialisation d'horloge. L'unité fonctionnelle de coordination d'horloge nécessite la prise en charge des services PT-CREATE, PT-DELETE, PT-SET et PT-GET, ainsi que des services de changement d'état, de saut de seconde et de réinitialisation de protocole.

11 Protocole

11.1 Eléments de procédure

11.1.1 Procédure de réinitialisation d'horloge

11.1.1.1 Rôle de gestionnaire

11.1.1.1.1 Invocation

La procédure de réinitialisation d'horloge est lancée par la primitive de réinitialisation d'horloge. Lorsqu'elle reçoit cette primitive, la machine SMAPM construira une unité MAPDU et émettra une primitive de demande M-ACTION de service CMIS contenant des paramètres déduits de la primitive de réinitialisation d'horloge. Le mode avec confirmation sera utilisé.

11.1.1.1.2 Réception d'une réponse

Lorsqu'elle reçoit une primitive de confirmation M-ACTION du service CMIS contenant une unité MAPDU qui répond à une opération de réinitialisation d'horloge, la machine SMAPM émettra à destination de l'utilisateur du service de réinitialisation d'horloge une primitive de confirmation de livraison contenant des paramètres déduits de la primitive de confirmation M-ACTION du service CMIS, ce qui complète la procédure de réinitialisation d'horloge.

NOTE – La machine SMAPM ignorera toute erreur dans l'unité MAPDU reçue. La réinitialisation de l'utilisateur du service d'horloge peut, soit mettre fin à l'association à la suite de telles erreurs, soit les ignorer.

11.1.1.2 Rôle d'agent

11.1.1.2.1 Réception d'une demande

Lorsqu'elle reçoit une primitive d'indication M-ACTION du service CMIS contenant une unité MAPDU qui demande le service de réinitialisation d'horloge, la machine SMAPM émettra à destination de l'utilisateur du service de réinitialisation d'horloge, si l'unité MAPDU est formellement correcte, une primitive d'indication de réinitialisation d'horloge contenant des paramètres déduits de la primitive d'indication M-ACTION du service CMIS. Dans le cas contraire, la machine SMAPM construira une unité MAPDU adéquate indiquant l'erreur et émettra une primitive de réponse M-ACTION du service CMIS contenant un paramètre d'erreur.

11.1.1.2.2 Réponse

La machine SMAPM acceptera une primitive de réponse de réinitialisation d'horloge et construira une unité MAPDU confirmant l'opération, puis émettra une primitive de réponse M-ACTION du service CMIS contenant des paramètres déduits de la primitive de réinitialisation d'horloge.

11.1.2 Procédure de saut de seconde

11.1.2.1 Rôle de gestionnaire

11.1.2.1.1 Invocation

Les procédures de saut de seconde sont lancées par la primitive de saut de seconde. Lorsqu'elle reçoit une primitive de saut de seconde, la machine SMAPM construira une unité MAPDU et émettra une primitive de demande M-ACTION du service CMIS contenant des paramètres déduits de la primitive de saut de seconde. Le mode avec confirmation sera utilisé.

11.1.2.1.2 Réception d'une réponse

Lorsqu'elle reçoit une primitive de confirmation M-ACTION du service CMIS contenant une unité MAPDU qui répond à une opération de saut de seconde, la machine SMAPM émettra à destination de l'utilisateur du service de saut de seconde une primitive de confirmation contenant des paramètres déduits de la primitive d'indication M-ACTION du service CMIS, ce qui complète la procédure de réinitialisation d'horloge.

NOTE – La machine SMAPM ignorera toute erreur dans l'unité MAPDU reçue. La réinitialisation de l'utilisateur du service d'horloge peut, soit mettre fin à l'association à la suite de telles erreurs, soit les ignorer.

11.1.2.2 Rôle d'agent

11.1.2.2.1 Réception d'une demande

Lorsqu'elle reçoit une primitive d'indication M-ACTION du service CMIS contenant une unité MAPDU qui demande la réinitialisation du service d'horloge, la machine SMAPM émettra à destination de l'utilisateur du service de réinitialisation d'horloge, si l'unité MAPDU est formellement correcte, une primitive d'indication de réinitialisation d'horloge contenant des paramètres déduits de la primitive d'indication M-ACTION du service CMIS. Dans le cas contraire, la machine SMAPM construira une unité MAPDU adéquate indiquant l'erreur et émettra une primitive de réponse M-ACTION du service CMIS contenant un paramètre d'erreur.

11.1.2.2.2 Réponse

La machine SMAPM acceptera une primitive de réponse de saut de seconde et construira une unité MAPDU confirmant l'opération, puis émettra une primitive de réponse M-ACTION du service CMIS contenant des paramètres déduits de la primitive de réponse de saut de seconde.

11.1.3 Procédure de réinitialisation de protocole

11.1.3.1 Rôle de gestionnaire

11.1.3.1.1 Invocation

Les procédures de réinitialisation de protocole sont démarrées par la primitive de réinitialisation de protocole. Lorsqu'elle reçoit cette primitive, la machine SMAPM construira une unité MAPDU et émettra une primitive de demande M-ACTION du service CMIS contenant des paramètres déduits de la primitive de réinitialisation de protocole. Le mode avec confirmation sera utilisé.

11.1.3.1.2 Réception d'une réponse

Lorsqu'elle reçoit une primitive de confirmation M-ACTION du service CMIS contenant une unité MAPDU en réponse à une opération de réinitialisation de protocole, la machine SMAPM émettra à destination de l'utilisateur du service de réinitialisation de protocole une primitive de confirmation de livraison contenant des paramètres déduits de la primitive de confirmation M-ACTION du service CMIS, ce qui achève la procédure de réinitialisation de protocole.

NOTE – La machine SMAPM ignorera toute erreur dans l'unité MAPDU reçue. La réinitialisation de l'utilisateur du service d'horloge peut, soit mettre fin à l'association à la suite de telles erreurs, soit les ignorer.

11.1.3.2 Rôle d'agent

11.1.3.2.1 Réception d'une demande

Lorsqu'elle reçoit une primitive d'indication M-ACTION du service CMIS contenant une unité MAPDU qui demande le service de réinitialisation de protocole, la machine SMAPM émettra à destination de l'utilisateur du service de réinitialisation de protocole, si l'unité MAPDU est formellement correcte, une primitive d'indication de réinitialisation de protocole contenant des paramètres déduits de la primitive d'indication M-ACTION du service CMIS. Dans le cas contraire, la machine SMAPM construira une unité MAPDU adéquate indiquant l'erreur et émettra une primitive de réponse M-ACTION du service CMIS contenant un paramètre d'erreur.

11.1.3.2.2 Réponse

La machine SMAPM acceptera une primitive de réponse de réinitialisation de protocole et construira une unité MAPDU confirmant l'opération, puis émettra une primitive de réponse M-ACTION du service CMIS contenant des paramètres déduits de la primitive de réinitialisation de protocole.

11.2 Syntaxe abstraite

11.2.1 Objets

La présente Recommandation | Norme internationale fait référence aux objets auxiliaires suivants dont la syntaxe abstraite est spécifiée dans l'Annexe A:

- a) clockSource (*source-horloge*);
- b) localClock (*horloge locale*);
- c) referenceClock (*horloge de référence*);
- d) synchronizationProtocol (*protocole de synchronisation*).

11.2.2 Attributs

La présente Recommandation | Norme internationale fait référence aux attributs de gestion spécifiques suivants dont la syntaxe abstraite est spécifiée dans l'Annexe A:

- a) clockAdjustmentInterval (*intervalle de réglage de l'horloge*);
- b) clockDrift (*dérive de l'horloge*);
- c) clockEstimatedError (*erreur estimée de l'horloge*);
- d) clockEventCode (*code d'événement d'horloge*);
- e) clockEventCounter (*compteur d'événement d'horloge*);
- f) clockEventTime (*instant d'événement d'horloge*);
- g) clockID (*identificateur de l'horloge*);
- h) clockMaximumError (*erreur maximale de l'horloge*);
- i) clockPrecision (*précision de l'horloge*);
- j) clockStatus (*statut de l'horloge*);
- k) clockStratum (*strate de l'horloge*);
- l) clockValue (*valeur de l'horloge*);
- m) leapSecondCount (*comptage de saut de seconde*);
- n) leapSecondIndication (*indication de saut de seconde*);
- o) localClockAddress (*adresse de l'horloge locale*);
- p) peerClockAddresses (*adresses des horloges homologues*);
- q) referenceClockType (*type d'horloge de référence*);
- r) synchronizationProtocolID (*identificateur de protocole de synchronisation*);
- s) synchronizationProtocolType (*type de protocole de synchronisation*);
- t) synchronizationSourceAddress (*adresse de source de synchronisation*);
- u) synchronizedClock (*horloge synchronisée*);
- v) synchronizingClocks (*horloges de synchronisation*).

11.2.3 Actions

La présente Recommandation | Norme internationale fait référence aux types d'action spécifiques suivants dont la syntaxe abstraite est spécifiée dans l'Annexe A:

- a) clockReset (*réinitialisation d'horloge*);
- b) leapSecond (*saut de seconde*);
- c) protocolReset (*réinitialisation de protocole*).

11.2.4 Corrélations de noms

La présente Recommandation | Norme internationale fait référence aux corrélations de noms spécifiques suivantes dont la syntaxe abstraite est spécifiée dans l'Annexe A:

- a) source-horloge-système;
- b) protocole de synchronisation-système.

11.3 Négociation d'unités fonctionnelles

La présente Recommandation | Norme internationale assigne l'objet avec l'identification suivante:

{joint-iso-ccitt ms(9) function(2)part20(20) functionalUnitPackage(1)}

comme valeur du type "ASN.1 FunctionalUnitPackageId" défini dans la Rec. X.701 du CCITT | ISO/CEI 10040 pour la négociation des unités fonctionnelles suivantes:

- 0 unité fonctionnelle de commande d'horloge
- 1 unité fonctionnelle de coordination d'horloge

le nombre indique la position de bit attribuée à l'unité fonctionnelle et le nom fait référence à l'unité fonctionnelle telle qu'elle est définie dans l'article 10.

12 Relations avec d'autres fonctions

La fonction suivante est fournie par d'autres fonctions de gestion-systèmes:

- prise en charge de la sécurité, traitée par "Objets et attributs pour le contrôle d'accès" (ISO/CEI 10164-9).

13 Conformité

Les implémentations déclarant la conformité à la présente Recommandation | Norme internationale respecteront les prescriptions de conformité, telles qu'elles sont définies dans les paragraphes suivants.

13.1 Conformité statique

L'implémentation se conformera aux prescriptions de la présente Recommandation | Norme internationale dans le rôle de gestionnaire, le rôle d'agent ou les deux. Une déclaration de conformité pour l'un au moins des rôles sera faite au moyen du Tableau D.1.

Si une déclaration de conformité est faite pour la prise en charge du rôle de gestionnaire, l'implémentation prendra alors en charge au moins une des opérations de gestion ou au moins une des notifications pour les objets gérés spécifiés par la présente Recommandation | Norme internationale. Les prescriptions de conformité dans le rôle de gestionnaire pour ces opérations de gestion, notifications et actions sont indiquées dans le Tableau D.3 et d'autres tableaux auxquels fait référence l'Annexe D.

Si une déclaration de conformité est faite pour la prise en charge du rôle d'agent, l'implémentation prendra alors en charge une ou plusieurs instances des classes d'objets gérés et un au moins des protocoles de coordination d'horloge spécifiés dans le Tableau D.4 et d'autres tableaux auxquels fait référence l'Annexe D.

L'implémentation prendra en charge la syntaxe de transfert déduite des règles de codage spécifiées dans la Rec. X.209 du CCITT | ISO/CEI 8825 sous le nom {joint-iso-ccitt asn1(1) basicEncoding(1)} pour les types de données abstraites auxquels font référence les définitions pour lesquelles la prise en charge est déclarée.

13.2 Conformité dynamique

Les implémentations déclarant la conformité à la présente Recommandation | Norme internationale prendront en charge les éléments de procédure et les définitions de sémantique correspondant aux définitions pour lesquelles la prise en charge est déclarée.

13.3 Prescriptions de déclaration de conformité d'implémentation de gestion

Tout formulaire MCS, formulaire MICS, formulaire MOCS et formulaire MRCS se conformant à la présente Recommandation | Norme internationale sera techniquement identique aux formulaires spécifiés dans les Annexes D, E, F et G en respectant la numérotation des tableaux et les numéros d'indice des éléments, les seules différences portant sur la pagination et les en-têtes de page.

Le fournisseur d'une implémentation déclarant la conformité à la présente Recommandation | Norme internationale remplira, comme partie des prescriptions de conformité, une copie du résumé de conformité de gestion (MCS, *management conformance summary*) fourni dans l'Annexe D ainsi que tout autre résumé ICS dont la référence indique qu'il peut s'appliquer à ce résumé MCS. Un résumé MCS ou une déclaration MICS, MOCS et MRCS se conformant à la présente Recommandation | Norme internationale:

- décrira une implémentation se conformant à la présente Recommandation | Norme internationale;
- aura été rempli en respectant les instructions de rédaction données dans la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6;
- contiendra les informations nécessaires pour identifier d'une manière non ambiguë le fournisseur et l'implémentation.

Annexe A

Définition des informations de gestion du temps

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

```
-- <GDMO.Document "ITU-T Rec. X.743 | ISO/IEC 10164-20:1998" --
-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20)}> --
-- <GDMO.Version 1.3 "ITU-T Rec. X.743 | ISO/IEC 10164-20:1998"> --
```

A.1 Classe d'objets gérés

A.1.1 Source-horloge

Cette classe d'objets fournit des informations au sujet de l'état dynamique d'une horloge au sein d'un système. Deux sous-classes sont définies pour faire la distinction entre des horloges internes au système et des horloges de référence externe. Une instance de cet objet est nécessaire pour toute horloge susceptible d'être gérée.

clockSource MANAGED OBJECT CLASS**DERIVED FROM "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2":top;****CHARACTERIZED BY****clockSourcePkg PACKAGE****BEHAVIOUR clockSourceBeh BEHAVIOUR****DEFINED AS**

"L'objet 'source-horloge' fournit un accès à une source de temps au sein d'un système et des informations au sujet de cette source. L'attribut 'statut de l'horloge' est identifié comme attribut d'état. Un changement de la valeur de l'attribut 'état opérationnel' ou de l'attribut 'statut de l'horloge' entraîne l'émission d'une notification 'changement d'état'.";

ATTRIBUTES**clockID GET SET-BY-CREATE NO-MODIFY,****"Rec. CCITT X.721 | ISO/IEC 10165-2": operationalState GET NO-MODIFY,****clockStatus GET,****clockValue GET,****clockEventCounter GET,****clockEventCode GET,****clockEventTime GET;****ACTIONS****clockReset ;****NOTIFICATIONS****"CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2": stateChange;;;****CONDITIONAL PACKAGES****clockSourceDetailPkg PACKAGE****BEHAVIOUR clockSourceDetailBeh BEHAVIOUR****DEFINED AS**

"Le paquetage clockSourceDetailPkg fournit des informations détaillées au sujet d'une source de temps au sein d'un système.";;

ATTRIBUTES**clockPrecision GET,****clockDrift GET,****clockMaximumError GET,****clockEstimatedError GET;****REGISTERED AS {TimeMF.clockSourceDetailPkgOID};****PRESENT IF !pris en charge par une instance.!,****leapSecondPkg PACKAGE****BEHAVIOUR leapSecondBeh BEHAVIOUR****DEFINED AS**

"Le paquetage leapSecondPkg fournit des informations détaillées au sujet du saut de seconde d'une source de temps au sein d'un système.";;

ATTRIBUTES**leapSecondIndication GET-REPLACE SET-BY-CREATE,****leapSecondCount GET-REPLACE SET-BY-CREATE;****REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondPkgOID};****PRESENT IF !pris en charge par une instance.!,****REGISTERED AS {TimeMF.clockSourceOID};**

A.1.2 Horloge locale

Cette classe d'objets fournit des informations au sujet de l'état dynamique d'une horloge locale interne à un système.

localClock MANAGED OBJECT CLASS

DERIVED FROM clockSource;

CHARACTERIZED BY

localClockPkg PACKAGE

BEHAVIOUR localClockBeh **BEHAVIOUR**

DEFINED AS

"L'objet 'horloge locale' fournit un accès à une source de temps interne au sein d'un système et des informations au sujet de cette source.";;

ATTRIBUTES

localClockAddress GET,

peerClockAddresses GET-REPLACE ADD-REMOVE SET-BY-CREATE,

synchronizationSourceAddress GET,

clockStratum GET,

clockAdjustmentInterval GET-REPLACE SET-BY-CREATE;

;;

REGISTERED AS {TimeMF.localClockOID};

A.1.3 Horloge de référence

Cette classe d'objets fournit des informations au sujet de l'état dynamique d'une interface d'horloge qui réside dans un système et fournit à ce dernier un accès à une référence de temps externe.

referenceClock MANAGED OBJECT CLASS

DERIVED FROM clockSource;

CHARACTERIZED BY

referenceClockPkg PACKAGE

BEHAVIOUR referenceClockBeh **BEHAVIOUR**

DEFINED AS

"L'objet 'horloge de référence' fournit un accès à une source d'informations de temps externe qui réside dans un système ainsi que des informations au sujet de cette source.";;

ATTRIBUTES

referenceClockType GET;;;

REGISTERED AS {TimeMF.referenceClockOID};

A.1.4 Protocole de synchronisation

Cet objet fournit un accès aux paramètres de base du protocole de synchronisation du temps.

synchronizationProtocol MANAGED OBJECT CLASS

DERIVED FROM "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2":top;

CHARACTERIZED BY

synchronizationProtocolPkg PACKAGE

BEHAVIOUR synchronizationProtocolBeh **BEHAVIOUR**

DEFINED AS

"L'objet 'protocole de synchronisation' fournit des informations générales au sujet du service de coordination d'horloges présent dans un système.";;

ATTRIBUTES

synchronizationProtocolID GET SET-BY-CREATE NO-MODIFY,

synchronizationProtocolType GET,

synchronizedClock GET,

synchronizingClocks GET;

ACTIONS

leapSecond,

protocolReset ;;;

REGISTERED AS {TimeMF.synchronizationProtocolOID};

A.2 Définitions d'attribut

A.2.1 Intervalle de réglage de l'horloge

clockAdjustmentInterval ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.AdjustmentInterval;
MATCHES FOR EQUALITY;
BEHAVIOUR clockAdjustmentIntervalBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS
"Cet attribut spécifie l'intervalle de temps à l'intérieur duquel s'appliquent les réglages progressifs de l'horloge locale.";;
REGISTERED AS {TimeMF.clockAdjustmentIntervalOID};

A.2.2 Dérive de l'horloge

clockDrift ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockDrift;
MATCHES FOR EQUALITY;
BEHAVIOUR clockDriftBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS
"Cet attribut indique la valeur de dérive de l'horloge spécifiée par le constructeur.";;
REGISTERED AS {TimeMF.clockDriftOID};

A.2.3 Erreur estimée de l'horloge

clockEstimatedError ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockEstimatedError;
MATCHES FOR EQUALITY;
BEHAVIOUR clockEstimatedErrorBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS
"Cet attribut indique l'erreur estimée de l'horloge.";;
REGISTERED AS {TimeMF.clockEstimatedErrorOID};

A.2.4 Code événement d'horloge

clockEventCode ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockEventCode;
MATCHES FOR EQUALITY;
BEHAVIOUR clockEventCodeBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS
"Cet attribut identifie l'événement d'exception le plus récent au sein du système.";;
REGISTERED AS {TimeMF.clockEventCodeOID};

A.2.5 Compteur d'événements d'horloge

clockEventCounter ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockEventCounter;
MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;
BEHAVIOUR clockEventCounterBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS
"Cet attribut spécifie un compteur du nombre d'événements d'exception du système qui se sont manifestés depuis la dernière fois que le compteur a été contrôlé et remis à zéro.";;
REGISTERED AS {TimeMF.clockEventCounterOID};

A.2.6 Instant d'événement d'horloge

clockEventTime ATTRIBUTE
WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockEventTime;
MATCHES FOR EQUALITY;
BEHAVIOUR clockEventTimeBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS
"Cet attribut indique l'instant d'apparition de l'événement d'exception le plus récent au sein du système.";;
REGISTERED AS {TimeMF.clockEventTimeOID};

A.2.7 Identificateur de l'horloge

clockID ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockID;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR clockIDBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut identifie l'horloge modélisée par l'objet géré.";;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockIDOID};

A.2.8 Erreur maximale de l'horloge

clockMaximumError ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockMaximumError;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR clockMaximumErrorBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut indique l'erreur maximale de l'horloge.";;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockMaximumErrorOID};

A.2.9 Précision de l'horloge

clockPrecision ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Precision;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR clockPrecisionBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut indique la précision de l'horloge.";;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockPrecisionOID};

A.2.10 Statut de l'horloge

clockStatus ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Status;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR clockStatusBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut indique le statut actuel de l'horloge";;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockStatusOID};

A.2.11 Strate de l'horloge

clockStratum ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Stratum;
 MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;
 BEHAVIOUR clockStratumBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut indique la valeur actuelle de strate pour cette horloge locale de ce nœud.";;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockStratumOID};

A.2.12 Valeur de l'horloge

clockValue ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockValue;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR clockValueBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut indique le temps actuel de l'horloge.";;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockValueOID};

A.2.13 Comptage de saut de seconde

leapSecondCount ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.CumLeapSeconds;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR leapSecondCountBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie le cumul du nombre de sauts de seconde qui ont eu lieu depuis le 1^{er} janvier 1972. ";;

REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondCountOID};

A.2.14 Indication de saut de seconde

leapSecondIndication ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.LeapIndication;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR leapSecondIndicationBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut indique qu'un saut de seconde aura lieu à la fin du jour en cours.";;

REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondIndicationOID};

A.2.15 Adresse de l'horloge locale

localClockAddress ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ClockAddress;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR localClockAddressBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut indique l'adresse réseau de ce nœud.";;

REGISTERED AS {TimeMF.localClockAddressOID};

A.2.16 Adresses d'horloges homologues

peerClockAddresses ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.PeerClockAddresses;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR peerClockAddressesBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut contient la liste des adresses réseau des horloges homologues que ce nœud maintient actuellement.";;

REGISTERED AS {TimeMF.peerClockAddressesOID};

A.2.17 Type d'horloge de référence

referenceClockType ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ReferenceClockType;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR referenceClockTypeBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie le type de l'horloge de référence ou de la source externe représentée par cet objet.";;

REGISTERED AS {TimeMF.referenceClockTypeOID};

A.2.18 Identificateur de protocole de synchronisation

synchronizationProtocolID ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizationProtocolID;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR synchronizationProtocolIDBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut identifie le protocole de synchronisation modélisé par l'objet géré. Il est utilisé à des fins de dénomination";;

REGISTERED AS {TimeMF.synchronizationProtocolIDOID};

A.2.19 Type de protocole de synchronisation

synchronizationProtocolType ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizationProtocolType;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR synchronizationProtocolTypeBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut identifie le type de protocole de synchronisation modélisé par l'objet géré.";
 REGISTERED AS {TimeMF.synchronizationProtocolTypeOID};

A.2.20 Adresse de source de synchronisation

synchronizationSourceAddress ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.CurrSynchSourceAddress;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR synchronizationSourceAddressBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut spécifie l'adresse réseau ou le type d'horloge de référence de la source de synchronisation actuelle pour ce nœud.";
 REGISTERED AS {synchronizationSourceAddressOID};

A.2.21 Horloge synchronisée

synchronizedClock ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizedClock;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR synchronizedClockBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut identifie l'horloge en cours de synchronisation par cette instance de protocole de synchronisation du temps.";
 REGISTERED AS {TimeMF.synchronizedClockOID};

A.2.22 Horloges de synchronisation

synchronizingClocks ATTRIBUTE
 WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SynchronizingClocks;
 MATCHES FOR EQUALITY;
 BEHAVIOUR synchronizingClocksBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Cet attribut identifie l'ensemble des horloges qui échangent des informations avec cette horloge à des fins de synchronisation.";
 REGISTERED AS {TimeMF.synchronizingClocksOID};

A.3 Définitions d'action**A.3.1 Réinitialisation d'horloge**

clockReset ACTION
 BEHAVIOUR clockResetBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Le comportement de cette action est indéfini dans la présente Recommandation | Norme internationale. Elle fournit la capacité de distribuer à toutes les instances du service de temps une indication leur demandant de redémarrer le protocole de synchronisation du temps.";
 MODE CONFIRMED;
 WITH INFORMATION SYNTAX TimeMF.ClockResetInfo;
 REGISTERED AS {TimeMF.clockResetActionOID};

A.3.2 Saut de seconde

leapSecond ACTION
 BEHAVIOUR leapSecondActionBeh BEHAVIOUR
 DEFINED AS
 "Le comportement de cette action est indéfini dans la présente Recommandation | Norme internationale. Elle fournit la capacité de distribuer une indication qu'un saut de seconde est imminent. Ceci inclut le mécanisme de positionnement des paramètres adéquats dans le protocole.";
 MODE CONFIRMED;
 WITH INFORMATION SYNTAX TimeMF.LeanSecondInfo;
 REGISTERED AS {TimeMF.leapSecondActionOID};

A.3.3 Réinitialisation de protocole

protocolReset ACTION

BEHAVIOUR protocolResetBeh BEHAVIOUR
DEFINED AS

"Le comportement de cette action est indéfini dans la présente Recommandation | Norme internationale.
Elle fournit la capacité de distribuer à toutes les instances du service de temps une indication leur demandant de redémarrer le protocole de synchronisation du temps.";

MODE CONFIRMED;

WITH INFORMATION SYNTAX TimeMF.ProtocolResetInfo;

REGISTERED AS {TimeMF.protocolResetActionOID};

A.4 Définitions de corrélations de noms

A.4.1 Source-horloge-système

clockSource-system NAME BINDING

SUBORDINATE OBJECT CLASS clockSource AND SUBCLASSES;

NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2:1992": system AND
SUBCLASSES;

WITH ATTRIBUTE clockID;

CREATE WITH-AUTOMATIC-INSTANCE-NAMING;

DELETE DELETES-CONTAINED-OBJECTS;

REGISTERED AS{TimeMF.clockSource-systemOID};

A.4.2 Protocole de synchronisation-système

synchronizationProtocol-system NAME BINDING

SUBORDINATE OBJECT CLASS synchronizationProtocol AND SUBCLASSES;

NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS "CCITT Rec. X.721 | ISO/IEC 10165-2:1992": system AND
SUBCLASSES;

WITH ATTRIBUTE synchronizationProtocolID;

CREATE WITH-AUTOMATIC-INSTANCE-NAMING;

DELETE DELETES-CONTAINED-OBJECTS;

REGISTERED AS{TimeMF.synchronizationProtocol-systemOID};

A.5 Module de définition ASN.1 pour les informations de gestion

-- <ASN1.Version 1990,1994 TimeMF --

-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) timeMF(1)}> --

TimeMF {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) timeMF(1)}

DEFINITIONS IMPLICIT TAGS ::= BEGIN

-- EXPORTE tout --

IMPORTS

Attribute, ObjectInstance

FROM

CMIP-1 {joint-iso-ccitt ms(9) cmip(1) modules(0) protocol(3)}

SimpleNameType

FROM

Attribute-ASN1Module {joint-iso-ccitt ms(9) smi(3) part2(2) asn1Module(2) 1};

-- valeurs d'identificateur d'objet --

timeManagement OBJECT IDENTIFIER ::= { joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20)}

clockSourceOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) clockSource(0)}

localClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) localClock(1)}

referenceClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) referenceClock(2)}

**synchronizationProtocolOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3)
synchronizationProtocol(3)}**

ntpProtocolOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement managedObjectClass(3) ntpProtocol(4)}

clockSourceDetailPkgOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement package(4) clockSourceDetailPkg(0)}

leapSecondPkgOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement package(4) leapSecondPkg(1)}

clockAdjustmentIntervalOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockAdjustmentInterval(0)}

clockDriftOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockDrift(1)}

clockEstimatedErrorOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEstimatedError(2)}

clockEventCodeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEventCode(3)}

clockEventCounterOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEventCounter(4)}

clockEventTimeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockEventTime(5)}

clockIDOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockID(6)}

clockMaximumErrorOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockMaximumError(7)}

clockPrecisionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockPrecision(8)}

clockStatusOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockStatus(9)}

clockStratumOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockStratum(10)}

clockValueOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) clockValue(11)}

filterSizeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) filterSize(12)}

filterWeightOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) filterWeight(13)}

leapSecondCountOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) leapSecondCount(14)}

leapSecondIndicationOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) leapSecondIndication(15)}

localClockAddressOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) localClockAddress(16)}

maximumClockAgeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumClockAge(17)}

maximumDispersionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumDispersion(18)}

maximumDistanceOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumDistance(19)}

maximumPollIntervalOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumPollInterval(20)}

maximumSelectClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumSelectClock(21)}

maximumSkewOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumSkew(22)}

maximumStratumOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) maximumStratum(23)}

minimumDispersionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) minimumDispersion(24)}

minimumPollIntervalOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) minimumPollInterval(25)}

minimumSelectClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) minimumSelectClock(26)}

peerClockAddressesOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) peerClockAddresses(27)}

reachabilityRegisterSizeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) reachabilityRegisterSize(28)}

referenceClockTypeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) referenceClockType(29)}

selectWeightOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) selectWeight(30)}

synchronizationProtocolIDOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) synchronizationProtocolID(31)}

**synchronizationProtocolTypeOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7)
synchronizationProtocolType(32)}**

**synchronizationSourceAddressOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7)
synchronizationSourceAddress(33)}**

synchronizedClockOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) synchronizedClock(34)}

synchronizingClocksOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement attribute(7) synchronizingClocks(35)}

clockResetActionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement action(9) clockResetAction(1)}

leapSecondActionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement action(9) leapSecondAction(2)}

protocolResetActionOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement action(9) protocolResetAction(3)}

synchronizationProtocol-systemOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement nameBinding(6) synchronizationProtocol-system(1)}

clockSource-systemOID OBJECT IDENTIFIER ::= {timeManagement nameBinding(6) clockSource-system(2)}

ntp SynchronizationProtocolType ::= { joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) synchProtocolType(20) ntp(1) }

-- références de type --

AdjustmentInterval ::= TimeInterval

ClockAddress ::= CHOICE {
 isoNsap [1] OCTET STRING (SIZE (0 | 3..20)),
 ip [2] SEQUENCE {
 host OCTET STRING (SIZE(4)),
 port INTEGER (0..65536)
 }
}

ClockDrift ::= REAL

ClockEstimatedError ::= TimeInterval

ClockEventCode ::= INTEGER {
 unspecified (0),
 restart (1),
 systemOrHardwareFault (2),
 newStatusWord (3),
 newSynchSourceOrStratum (4),
 systemClockReset (5),
 systemInvalidTimeOrDate (6),
 systemClockException (7),
 reserved8 (8),
 reserved9 (9),
 reserved10 (10),
 reserved11 (11),
 reserved12 (12),
 reserved13 (13),
 reserved14 (14),
 reserved15 (15)
}

ClockEventCounter ::= INTEGER (0 .. 255)

ClockEventTime ::= GlobalTime

ClockID ::= SimpleNameType

ClockMaximumError ::= TimeInterval

ClockValue ::= GlobalTime

CumLeapSeconds ::= INTEGER (0 .. 255)

ClockResetInfo ::= ClockValue

CurrSynchSourceAddress ::= CHOICE {
 refPeerAssoc [0] ClockAddress,
 refClockID [1] ReferenceClockType
}

DateOfLeap ::= GeneralizedTime

Dispersion ::= TimeInterval

-- Ce champ représente la dispersion (valeurs positives uniquement). --

FilterSize ::= INTEGER (0 .. 32)

FilterWeight ::= REAL (0 .. {mantissa 1, base 10, exponent 0})

GlobalTime ::= OCTET STRING (SIZE (8)) -- voir 8.1. --

LeapIndication ::= ENUMERATED {
 noWarning (0),
 minuteHas61Seconds (1),
 minuteHas59Seconds (2),
 alarmCondition (3) }

LeapSecondInfo ::= SEQUENCE {
 leapIndication LeapIndication,
 dateOfLeap DateOfLeap
 }

MaxAperature ::= TimeInterval

MaxClockAge ::= TimeInterval

MaxDistance ::= TimeInterval

MaxSkew ::= TimeInterval

PeerClockAddresses ::= SET OF SinglePeerClock

PollInterval ::= INTEGER (0..MAX)

-- Ce champ représente l'intervalle d'interrogation en secondes et ne peut contenir
 -- que des valeurs positives. --

Precision ::= TimeInterval

-- Ce champ représente la précision et ne peut contenir que des valeurs positives. --

ProtocolResetInfo ::= SET OF Attribute

ReachRegSize ::= INTEGER (0 .. 32)

ReferenceClockType ::= INTEGER {
 unspecifiedOrUnknown (0),
 calibratedAtomicClock (1),
 radioVLForLF (2),
 radioHF (3),
 radioUHF (4),
 localNet (5),
 synch (6),
 wallclock (7),
 telephoneModem (8),
 gps (9),
 loranC (10),
 other (11)
 }

SelectClock ::= INTEGER (0 .. 255)

SelectWeight ::= REAL (0 .. {mantissa 1, base 10, exponent 0})

SinglePeerClock ::= SEQUENCE {
 assocNum [0] INTEGER,
 assocClock [1] ClockAddress
 }

Stratum ::= INTEGER (0..255)

-- Une valeur maximale nulle indique que la strate n'est pas spécifiée. --
 -- Une valeur égale à un indique une référence primaire. --
 -- Une valeur entre 2 et 255 représente des références secondaires à des --
 -- distances croissantes du sous-réseau de synchronisation. --

Status ::= INTEGER {
 operatingWithinNominals (0),
 replyTimeout (1),
 badReplyFormat (2),
 hardwareSoftwareFault (3),
 propagationFailure (4),
 badDateFormatOrValue (5),
 badTimeFormatOrValue (6)
 }

SynchronizationProtocolID ::= SimpleNameType

SynchronizationProtocolType ::= OBJECT IDENTIFIER

SynchronizedClock ::= ObjectInstance

SynchronizingClocks ::= SET OF ObjectInstance

TimeInterval ::= OCTET STRING (SIZE (8)) -- voir 8.1. --

TSelect ::= OCTET STRING (SIZE (4))

END -- Fin des définitions de syntaxe --

A.6 Module de définition ASN.1 pour la représentation du temps

-- <ASN1.Version 1990,1994 TimeRepresentation --

-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) --

-- timeRepresentation(2) }> --

TimeRepresentation {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20) asn1Module(2) timeRepresentation(2)}

DEFINITIONS::= BEGIN

Epochs ::= INTEGER (-128 .. 127)

Seconds ::= INTEGER (0 .. 4294967295)

Nanoseconds ::= INTEGER (0 .. 999999999)

MaximumErrorInNanoseconds ::= INTEGER {noEstimate (281474976710655)}
(0 .. 281474976710654)

CumLeapSeconds ::= INTEGER (0 .. 65536)

TimeZone ::= INTEGER {unknown (781)} (-780 .. 781)

-- Représente des minutes à l'est de l'heure GMT. --

TimeStamp ::= SEQUENCE {

epoch Epochs,
second Seconds,
nanosecond Nanoseconds,
maximumError MaximumErrorInNanoseconds
}

ClockTime ::= SEQUENCE {

time TimeStamp,
leapSeconds CumLeapSeconds,
localTimeZone TimeZone
}

TimeInterval ::= SEQUENCE {

epochs Epochs,
seconds Seconds,
nanoseconds Nanoseconds
}

TimeDifference ::= SEQUENCE {

sign ENUMERATED {positive (0), negative (1)},
epochs Epochs,
seconds Seconds,
nanoseconds Nanoseconds,
maximumError MaximumErrorInNanoseconds
}

END

Annexe B

Protocole de temps réseau et informations de gestion du temps

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

B.1 Le protocole de temps réseau

Le protocole de temps réseau peut être implémenté comme service de synchronisation du temps sous-jacent à cette fonction de gestion du temps. Il est implémenté dans ce cas conformément à la norme RFC 1305 (se référer au [5] du H.4). La classe d'objets gérés "protocole NTP" est prévue pour être utilisée avec le service de synchronisation du temps du protocole de temps réseau.

B.2 Définition de la classe d'objets gérés "protocole NTP"

L'objet "protocole NTP" [*ntpProtocol*] fournit l'accès aux paramètres de base du protocole de synchronisation de temps "protocole de temps réseau" (NTP). Il appartient à une sous-classe de la classe d'objets "protocole de synchronisation". Les paramètres de base du protocole NTP concernent à la fois le protocole permettant d'échanger des informations de temps et les procédures et algorithmes utilisés pour traiter les informations de temps qui ont été collectées. L'objet "protocole NTP" contient des attributs permettant d'indiquer:

- l'état actuel du protocole de synchronisation du temps (intervalles d'interrogation, mode de service, etc.) propre à la sous-classe en question;
- le décalage, le retard, l'erreur maximale (et d'autres données pertinentes) associés à chaque horloge qui fait l'objet d'un échange d'informations de temps.

ntpProtocol MANAGED OBJECT CLASS

DERIVED FROM synchronizationProtocol;

CHARACTERIZED BY ntpProtocolPkg PACKAGE

BEHAVIOUR ntpProtocolBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet objet fournit des informations générales au sujet du protocole de synchronisation de temps du protocole de temps réseau (ntp).";;

ATTRIBUTES

maximumStratum GET,
 maximumClockAge GET,
 maximumSkew GET,
 maximumDistance GET,
 minimumPollInterval GET,
 maximumPollInterval GET,
 minimumSelectClock GET,
 maximumSelectClock GET,
 minimumDispersion GET,
 maximumDispersion GET,
 reachabilityRegisterSize GET,
 filterSize GET,
 filterWeight GET,
 selectWeight GET;;;

REGISTERED AS {TimeMF.ntpProtocolOID};

B.3 Définitions d'attribut

B.3.1 Taille de filtre

filterSize ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.FilterSize;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR filterSizeBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie la taille du registre à décalage du filtre d'horloge.";;

REGISTERED AS {TimeMF.filterSizeOID};

B.3.2 Poids du filtre

filterWeight ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.FilterWeight;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR filterWeightBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie le poids utilisé pour le calcul de la dispersion du filtre.";;

REGISTERED AS {TimeMF.filterWeightOID};

B.3.3 Age maximal de l'horloge

maximumClockAge ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.MaxClockAge;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR maximumClockAgeBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie l'intervalle de temps maximal pendant lequel une horloge de référence sera considérée comme valide en l'absence de mise à jour.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumClockAgeOID};

B.3.4 Dispersion maximale

maximumDispersion ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Dispersion;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR maximumDispersionBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie l'incrément de dispersion maximal admissible, ainsi que la dispersion prise par défaut pour des données absentes.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumDispersionOID};

B.3.5 Distance maximale

maximumDistance ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.MaxDistance;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR maximumDistanceBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie la distance de synchronisation maximale acceptable.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumDistanceOID};

B.3.6 Intervalle d'interrogation maximal

maximumPollInterval ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.PollInterval;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR maximumPollIntervalBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie l'intervalle d'interrogation maximal admissible dans le système.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumPollIntervalOID};

B.3.7 Sélection maximale d'horloge

maximumSelectClock ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SelectClock;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR maximumSelectClockBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie le nombre maximal d'horloges homobgues prises en considération pour une sélection.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumSelectClockOID};

B.3.8 Déviation maximale

maximumSkew ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.MaxSkew;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR maximumSkewBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie l'erreur de décalage maximale résultant d'une dérive d'une horloge locale pendant l'intervalle de temps spécifié par l'âge maximal de l'horloge.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumSkewOID};

B.3.9 Strate maximale

maximumStratum ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Stratum;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR maximumStratumBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie la valeur maximale de strate pouvant être codée dans un paquet variable, il peut également être interprété comme une indication de réseau inaccessible.";;

REGISTERED AS {TimeMF.maximumStratumOID};

B.3.10 Dispersion minimale

minimumDispersion ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.Dispersion;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR minimumDispersionBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie l'incrément de dispersion minimal pour chaque niveau de strate.";;

REGISTERED AS {TimeMF.minimumDispersionOID};

B.3.11 Intervalle d'interrogation minimal

minimumPollInterval ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.PollInterval;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR minimumPollIntervalBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie l'intervalle d'interrogation minimal admissible dans le système.";;

REGISTERED AS {TimeMF.minimumPollIntervalOID};

B.3.12 Sélection minimale d'horloge

minimumSelectClock ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SelectClock;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR minimumSelectClockBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie le nombre minimal d'horloges homologues nécessaires à la synchronisation.";;

REGISTERED AS {TimeMF.minimumSelectClockOID};

B.3.13 Taille de registre d'accessibilité

reachabilityRegisterSize ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.ReachRegSize;

MATCHES FOR EQUALITY, ORDERING;

BEHAVIOUR reachabilityRegisterSizeBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie la taille du registre d'accessibilité.";;

REGISTERED AS {TimeMF.reachabilityRegisterSizeOID};

B.3.14 Poids de sélection

selectWeight ATTRIBUTE

WITH ATTRIBUTE SYNTAX TimeMF.SelectWeight;

MATCHES FOR EQUALITY;

BEHAVIOUR selectWeightBeh BEHAVIOUR

DEFINED AS

"Cet attribut spécifie le poids utilisé pour calculer la dispersion de sélection.";;

REGISTERED AS {TimeMF.selectWeightOID};

--<GDMO.EndDocument "ITU-T Rec. X.743 | ISO/IEC 10164-20:1997"

-- {joint-iso-ccitt ms(9) function(2) part20(20)}>--

Annexe C

Service de temps réparti et fonction de gestion du temps

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

C.1 Le service de temps réparti

Le service de temps réparti peut être implémenté comme service de synchronisation du temps sous-jacent à la présente fonction de gestion du temps. Il est implémenté dans ce cas conformément au service de temps réparti tel qu'il est défini dans l'environnement DCE 1.0 de l'OSF (voir [5] du H.4).

C.2 L'objet géré "protocole DTS" (*dtsProtocol*)

Une classe d'objets gérés pour la prise en charge du protocole DTS appelle une étude ultérieure.

Annexe D²⁾

Formulaire MCS

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

D.1 Introduction

D.1.1 Purpose and structure

The Management Conformance Summary (MCS) is a statement by a supplier that identifies an implementation and provides information on whether the implementation claims conformance to any of the listed set of documents that specify conformance requirements to OSI management.

The MCS proforma is a document in the form of a questionnaire that, when completed by the supplier of an implementation, becomes the MCS.

D.1.2 Instructions for completing the MCS proforma to produce an MCS³⁾

The supplier of the implementation shall enter an explicit statement in each of the boxes provided. Specific instruction is provided in the text which precedes each table.

2) Droits de reproduction du formulaire MCS

Les utilisateurs de la présente Recommandation | Norme internationale sont autorisés à reproduire le formulaire MCS de la présente annexe pour utiliser celui-ci conformément à son objet. Ils sont également autorisés à publier le formulaire une fois celui-ci complété.

³⁾ Les instructions pour le formulaire MCS sont spécifiées dans la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6.

D.1.3 Symbols, abbreviations and terms

For all annexes of this Recommendation | International Standard, the following common notations, defined in ITU-T Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2 and ITU-T Rec. X.296 | ISO/IEC 9646-7, are used for the Status column:

- m Mandatory
- o Optional
- c Conditional
- x Prohibited
- Not applicable or out of scope

NOTE 1 – "c", "m", and "o" are prefixed by a "c:" when nested under a conditional or optional item of the same table.

NOTE 2 – "o" may be suffixed by ".N" (where N is a unique number) for mutually exclusive or selectable options among a set of status values. Support of at least one of the choices (from the items with the same values of N) is required.

For all annexes of this Recommendation | International Standard, the following common notations, defined in ITU-T Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2 and ITU-T Rec. X.296 | ISO/IEC 9646-7 are used for the Support column:

- Y Implemented
- N Not implemented
- No answer required
- Ig The item is ignored (i.e. processed syntactically but not semantically)

D.2 Identification of the implementation**D.2.1 Date of statement**

The supplier of the implementation shall enter the date of this statement in the box below. Use the format DD-MM-YYYY.

Date of statement

D.2.2 Identification of the implementation

The supplier of the implementation shall enter information necessary to uniquely identify the implementation and the system(s) in which it may reside, in the box below.

--

D.2.3 Contact

The supplier of the implementation shall provide information on whom to contact if there are any queries concerning the content of the MCS, in the box below.

--

D.3 Identification of the Recommendation | International Standard in which the management information is defined

The supplier of the implementation shall enter the title, reference number and date of the publication of the Recommendation | International Standard which specifies the management information to which conformance is claimed, in the box below.

Recommendation International Standard to which conformance is claimed

D.3.1 Technical corrigenda implemented

The supplier of the implementation shall enter the reference numbers of implemented technical corrigenda which modify the identified Recommendation | International Standard, in the box below.

--

D.3.2 Amendments implemented

The supplier of the implementation shall state the titles and reference numbers of implemented amendments to the identified Recommendation | International Standard, in the box below.

--

D.4 Management conformance summary

The supplier of implementation shall state the capabilities and features supported and provide summary of conformance claims to Recommendations | International Standards using the tables in this annex.

The supplier of the implementation shall specify the roles that are supported, in Table D.1

Table D.1 – Roles

Index	Roles supported	Status	Support	Additional information
1	Manager role support	o.1		
2	Agent role support	o.1		

The supplier of the implementation shall specify support for the systems management functional units, in Table D.2

Table D.2 – Systems management functional units

Index	Systems management functional unit name	Manager		Agent		Additional information
		Status	Support	Status	Support	
1	clock control functional unit	c1		c2		
2	clock coordination control functional unit	c1		c2		

c1: if D.1/1a then o else –
c2: if D.1/2a then o else –

The supplier of the implementation shall specify support for management information in the manager role, in Table D.3

Table D.3 – Manager role minimum conformance requirement

Index	Item	Status	Support	Additional information
1	Operations on managed objects	c3		
2	Clock reset action for local clock managed object	c4		
3	Clock reset action for reference clock managed object	c4		
4	Leap second action for synchronization protocol (or subclass) managed object	c5		
5	Protocol reset action for synchronization protocol (or subclass) managed object	c5		
6	State change notification for local clock managed object	c4		
7	State change notification for reference clock managed object	c4		
c3: if D.1/1a then o.2 else – c4: if D.2/1a then o.3 else (if D.1/1a then o.2 else –) c5: if D.2/2a then m else (if D.1/1a then o.2 else –)				

The supplier of the implementation shall specify support for management information in the agent role, in Table D.4

Table D.4 – Agent role minimum conformance requirement

Index	Item	Status	Support	Additional information
1	Local clock managed object	c6		
2	Reference clock managed object	c7		
3	Synchronization protocol managed object	c8		
4	NTP protocol managed object	c9		
c6: if D.1/2a then m else – c7: if D.1/2a then o else – c8: if support of a synchronization protocol for which there is no specialized managed object class (e.g. DTS) then m else – (Indicate synchronization protocol in Additional information column) c9: if support of NTP protocol then m else –				

The supplier of the implementation shall provide information on claims of conformance to any of the Recommendation | International Standards summarized in Tables D.5 to D.8. For each Recommendation | International Standard that the supplier of the implementation claims conformance to, the corresponding conformance statement(s) shall be completed, or referenced by, the MCS. The supplier of the implementation shall complete the Support, Table numbers and Additional information columns.

In Tables D.5 to D.8, the Status column is used to indicate whether the supplier of the implementation is required to complete the referenced tables or referenced items. Conformance requirements are as specified in the referenced tables or referenced items and are not changed by the value of the MCS Status column. Similarly, the Support column is used by the supplier of the implementation to indicate completion of the referenced tables or referenced items.

Table D.5 – PICS support summary

Index	Identification of the document that includes the PICS proforma	Table numbers of PICS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of PICS	Additional information
1	"CCITT Rec. X.730 (1992) ISO/IEC 10164-1:1993"	Annex E all tables	SM application context	–	o			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	– (PICS proforma do not exist, indicate support only)	NTP protocol	–	c10			
3	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	– (PICS proforma do not exist, indicate support only)	DTS protocol	–	c11			

c10: if D.4/4a then m else –
c11: if support of DTS protocol then m else –

Table D.6 – MOCS support summary

Index	Identification of the document that includes the MOCS proforma	Table numbers of MOCS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of MOCS	Additional information
1	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.1-F.6	localClock	–	c12			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.7-F.12	referenceClock	–	c13			
3	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.13-F.17	synchronizationProtocol	–	c14			
4	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table F.18-F.22	ntpProtocol	–	c15			

c12: if D.4/1a then m else –
c13: if D.4/2a then m else –
c14: if D.4/3a then m else –
c15: if D.4/4a then m else –

Table D.7 – MRCS support summary

Index	Identification of the document that includes the MRCS proforma	Table numbers of MRCS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of MRCS	Additional information
1	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table G.1/1	clockSource-system	–	o			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table G.1/2	synchronizationProtocol system	–	o			

Table D.8 – MICS support summary

Index	Identification of the document that includes the MICS proforma	Table numbers of MICS proforma	Description	Constraints and values	Status	Support	Table numbers of MICS	Additional information
1	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table E.1	management operations	–	c16			
2	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table E.2	actions	–	c17			
3	"ITU-T Rec. X.743 (1998) ISO/IEC 10164-20:1998"	Table E.3	notification	–	c18			
c16: if D.3/1a then m else – c17: if D.3/2a or D.3/3a or D.3/4a or D.3/5a then m else – c18: if D.3/6a or D.3/7a then m else –								

Annexe E⁴⁾

Formulaire de déclaration MICS

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

E.1 Introduction

The purpose of this MICS proforma is to provide a mechanism for a supplier of an implementation which claims conformance, in the manager role, to management information specified in this Recommendation | International Standard, to provide conformance information in a standard form.

E.2 Instructions for completing the MICS proforma to produce a MICS

The MICS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with ITU-T Rec. X.724 | ISO/IEC 10165-6. In addition to the general guidance given in ITU-T Rec. X.724 | ISO/IEC 10165-6. The supplier of the implementation shall state which items are supported in the tables below and if necessary, provide additional information.

E.3 Symbols, abbreviations and terms

The MICS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with CCITT Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2.

The notations used in the Status and Support columns are specified in D.1.3.

E.4 Statement of conformance to the management information

E.4.1 Attributes

The specifier of a manager role implementation that claims to support management operations on the attributes specified in this Recommendation | International Standard shall import a copy of Tables E.1 to E.7 and complete them.

⁴⁾ **Droits de reproduction du formulaire MICS**

Les utilisateurs de la présente Recommandation | Norme internationale peuvent reproduire librement le formulaire MICS figurant dans la présente annexe, en vue de l'utilisation pour le but prévu, et peuvent publier ensuite le formulaire MICS rempli.

Table E.1 – Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2: 1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF Objectless	o		o	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER				
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	o.5		o.5	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	o		o	
5	clockId	{2 9 2 20 7 6}		–		o.5	
6	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": operationalState	{2 9 3 2 7 35}	ENUMERATED	–		o.5	
7	clockStatus	{2 9 2 20 7 9}		–		o.5	
8	clockValue	{2 9 2 20 7 11}		–		o.5	
9	clockPrecision	{2 9 2 20 7 8}		–		o.5	
10	clockDrift	{2 9 2 20 7 1}		–		o.5	
11	clockMaximumError	{2 9 2 20 7 7}		–		o.5	
12	clockEstimatedError	{2 9 2 20 7 2}		–		o.5	
13	leapSecondIndication	{2 9 2 20 7 15}		o.5		o.5	
14	leapSecondCount	{2 9 2 20 7 14}		o.5		o.5	
15	clockEventCounter	{2 9 2 20 7 4}		–		o.5	
16	clockEventCode	{2 9 2 20 7 3}		–		o.5	
17	clockEventTime	{2 9 2 20 7 5}		–		o.5	
18	localClockAddress	{2 9 2 20 7 16}		–		o.5	
19	peerClockAddresses	{2 9 2 20 7 27}		o.5		o.5	
20	synchronizationSourceAddress	{2 9 2 20 7 33}		–		o.5	
21	clockStratum	{2 9 2 20 7 10}		–		o.5	
22	clockAdjustmentInterval	{2 9 2 20 7 0}		o.5		o.5	
23	referenceClockType	{2 9 2 20 7 29}		–		o.5	
24	synchronizationProtocolID	{2 9 2 20 7 31}		–		o.5	
25	synchronizedClock	{2 9 2 20 7 34}		–		o.5	
26	synchronizingClocks	{2 9 2 20 7 35}		–		o.5	
27	maximumStratum	{2 9 2 20 7 23}		–		o.5	
28	maximumClockAge	{2 9 2 20 7 17}		–		o.5	
29	maximumSkew	{2 9 2 20 7 22}		–		o.5	
30	maximumDistance	{2 9 2 20 7 19}		–		o.5	
31	minimumPollInterval	{2 9 2 20 7 25}		–		o.5	
32	maximumPollInterval	{2 9 2 20 7 20}		–		o.5	
33	minimumSelectClock	{2 9 2 20 7 26}		–		o.5	
34	maximumSelectClock	{2 9 2 20 7 21}		–		o.5	
35	minimumDispersion	{2 9 2 20 7 24}		–		o.5	
36	maximumDispersion	{2 9 2 20 7 18}		–		o.5	
37	reachabilityRegisterSize	{2 9 2 20 7 28}		–		o.5	
38	filterSize	{2 9 2 20 7 12}		–		o.5	
39	filterWeight	{2 9 2 20 7 13}		–		o.5	
40	selectWeight	{2 9 2 20 7 30}		–		o.5	
41	synchronizationProtocolType	{2 9 2 20 7 32}		–		o.5	

Table E.1 (concluded) – Attribute support

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	–		–		–		–		
3	–		–		–		–		
4	–		–		–		–		
5	–		–		–		–		
6	–		–		–		–		
7	–		–		–		–		
8	–		–		–		–		
9	–		–		–		–		
10	–		–		–		–		
11	–		–		–		–		
12	–		–		–		–		
13	o.5		–		–		–		
14			–		–		–		
15			–		–		–		
16	–		–		–		–		
17	–		–		–		–		
18	–		–		–		–		
19	o.5		o.5		o.5		–		
20	–		–		–		–		
21	–		–		–		–		
22	o.5		–		–		–		
23	–		–		–		–		
24	–		–		–		–		
25	–		–		–		–		
26	–		–		–		–		
27	–		–		–		–		
28	–		–		–		–		
29	–		–		–		–		
30	–		–		–		–		
31	–		–		–		–		
32	–		–		–		–		
33	–		–		–		–		
34	–		–		–		–		
35	–		–		–		–		
36	–		–		–		–		
37	–		–		–		–		
38	–		–		–		–		
39	–		–		–		–		
40	–		–		–		–		
41	–		–		–		–		

E.4.2 Create and delete management operations

The specifier of a manager role implementation that claims to support the create or the delete management operations on the managed objects specified in this Recommendation | International Standard shall import a copy of Tables E.2 to E.5 and complete them.

E.4.2.1 Local clock managed object class

See Table E.2.

Table E.2 – Create and delete support

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	localClock MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	localClock MO	o.5		

E.4.2.2 Reference clock managed object class

See Table E.3.

Table E.3 – Create and delete support

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	referenceClock MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	referenceClock MO	o.5		

E.4.2.3 Synchronization protocol managed object class

See Table E.4.

Table E.4 – Create and delete support

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	synchronizationProtocol MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	synchronizationProtocol MO	o.5		

E.4.2.4 NTP protocol managed object class

See Table E.5.

Table E.5 – Create and delete support

Index	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	Create support	ntpProtocol MO	o.5		
1.1	Create with reference object	–	–		
2	Delete support	ntpProtocol MO	o.5		

E.4.3 Actions

The specifier of a manager role implementation that claims to support the actions specified in this Recommendation | International Standard shall import a copy of Table E.6 and complete it.

Table E.6 – Action support

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		c1		
2	leapSecond	{2 9 2 20 9 2}		c2		
3	protocolReset	{2 9 2 20 9 3}		c3		

Table E.6 (concluded) – Action support

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	Information Syntax ClockValue	c1		
2	2.1	LeapSecondInfo	Information Syntax SEQUENCE	c2		
	2.1.1	LeapIndication	ENUMERATED	m		
	2.1.2	DayOfLeap	GeneralizedTime	m		
3	3.1	ProtocolResetInfo	Information Syntax SET OF SEQUENCE	c3		
c1: if D.3/2a or D.3/3a then m else – c2: if D.3/4a then m else – c3: if D.3/5a then m else –						

E.4.4 Notification

See Table E.7.

Table E.7 – Notification support

Index	Notification type template label	Value of object identifier for notification type	Constraints and values	Status	Support		Additional information
					Confirmed	Non-confirmed	
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": stateChange	{2 9 3 2 10 14}		c4			

Table E.7 (concluded) – Notification support

Index	Subindex	Notification field name label	Value of object identifier of attribute type associated with field	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	StateChangeInfo		Information Syntax SEQUENCE	c4		
	1.1.1	sourceIndicator	{2 9 3 2 7 26}	ENUMERATED	c:m		
	1.1.2	attributeIdentifierList	{2 9 3 2 7 8}	SET OF AttributeId	c:m		
	1.1.3	stateChangeDefinition	{2 9 3 2 7 28}	SET OF SEQUENCE	c:m		
	1.1.3.1	attributeID	–	AttributeId	c:m		
	1.1.3.2	oldAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	c:m		
	1.1.3.3	newAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	c:m		
	1.1.4	notificationIdentifier	{2 9 3 2 7 16}	INTEGER	c:m		
	1.1.5	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF SEQUENCE	c:m		
	1.1.5.1	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF INTEGER	c:m		
	1.1.5.2	sourceObjectInst	–	ObjectInstance	c:m		
	1.1.6	additionalText	{2 9 3 2 7 7}	GraphicString	c:m		
	1.1.7	additionalInformation	{2 9 3 2 7 6}	SET OF SEQUENCE	c:m		
	1.1.7.1	identifier	–	OBJECT IDENTIFIER	c:m		
	1.1.7.2	significance	–	BOOLEAN	c:m		
	1.1.7.3	information	–	ANY DEFINED BY identifier	c:m		
c4: if D.8/3a then m else –							

Annexe F⁵⁾

Formulaire de déclaration MOCS

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

F.1 Introduction

The purpose of this MOCS proforma is to provide a mechanism for a supplier of an implementation of a Recommendation | International Standard which claims conformance to a managed object class, to provide conformance information in a standard form.

5) Droits de reproduction du formulaire MOCS

Les utilisateurs de la présente Recommandation | Norme internationale peuvent reproduire librement le formulaire MOCS figurant dans la présente annexe, en vue de l'utilisation pour le but prévu, et peuvent publier ensuite le formulaire MOCS rempli.

F.1.1 Instructions for completing the MOCS proforma to produce a MOCS⁶⁾

The MOCS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with ITU-T Rec. X.724 | ISO/IEC 10165-6. The supplier of the implementation shall state which items are supported in the tables below and if necessary provide additional information.

F.1.2 Symbols, abbreviations and terms

The MOCS proforma contained in this annex is comprised of information in tabular form, in accordance with ITU-T Rec. X.291 | ISO/IEC 9646-2.

The notations used in the Status and Support columns are specified in D.1.3.

F.2 localClock**F.2.1 Statement of conformance to the managed object class**

See Table F.1.

Table F.1 – localClock Managed object class support

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	localClock	{2 9 2 20 3 1}		

If the answer to the actual class question in Table F.1 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.2.

Table F.2 – localClock Actual class support

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

⁶⁾ Les instructions pour le formulaire MOCS sont spécifiées dans la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6.

F.2.2 Packages

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.3.

Table F.3 – localClock Package support

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphism"	c1		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c2		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	clockSourcePkg	–	Mandatory	m		
5	clockSourceDetailPkg	{2 9 2 20 4 0}	"if an instance supports it"	o		
6	leapSecondPkg	{2 9 2 20 4 1}	"if an instance supports it"	o		
7	localClockPkg	–	Mandatory	m		
c1: if F.1/1b then – else m c2: if F.3/1a then m else –						

F.2.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.4. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

Table F.4 – localClock Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c3		c4	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c5		c6	
5	clockId	{2 9 2 20 7 6}		x		m	
6	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": operationalState	{2 9 3 2 7 35}	ENUMERATED	x		m	
7	clockStatus	{2 9 2 20 7 9}		c8		m	
8	clockValue	{2 9 2 20 7 11}		c8		m	
9	clockPrecision	{2 9 2 20 7 8}		c10		c9	
10	clockDrift	{2 9 2 20 7 1}		c10		c9	
11	clockMaximumError	{2 9 2 20 7 7}		c10		c9	
12	clockEstimatedError	{2 9 2 20 7 2}		c10		c9	
13	leapSecondIndication	{2 9 2 20 7 15}		c11		c11	
14	leapSecondCount	{2 9 2 20 7 14}		c11		c11	
15	clockEventCounter	{2 9 2 20 7 4}		c8		m	
16	clockEventCode	{2 9 2 20 7 3}		c8		m	
17	clockEventTime	{2 9 2 20 7 5}		c8		m	
18	localClockAddress	{2 9 2 20 7 16}		c8		m	
19	peerClockAddresses	{2 9 2 20 7 27}		m		m	
20	synchronizationSourceAddress	{2 9 2 20 7 33}		c8		m	
21	clockStratum	{2 9 2 20 7 10}		m		m	
22	clockAdjustmentInterval	{2 9 2 20 7 0}		m		m	

Table F.4 (concluded) – localClock Attribute support

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c7		c7		c7		c7		
5	x		–		–		x		
6	x		–		–		x		
7	c8		–		–		c8		
8	c8		–		–		c8		
9	c10		–		–		c10		
10	c10		–		–		c10		
11	c10		–		–		c10		
12	c10		–		–		c10		
13	c11		–		–		c12		
14	c11		–		–		c12		
15	c8		–		–		c8		
16	c8		–		–		c8		
17	c8		–		–		c8		
18	c8		–		–		c8		
19	m		m		m		c8		
20	c8		–		–		c8		
21	c8		–		–		c8		
22	m		–		–		c8		
c3: if F.3/1a then o else – c4: if F.3/1a then m else – c5: if F.3/2a then o else – c6: if F.3/2a then m else – c7: if F.3/2a then x else – c8: if F.1/1b then x else – c9: if F.3/5a then m else – c10: if F.3/5a and F.1/1b then x else – c11: if F.3/6a then m else – c12: if F.3/6a and F.1/1b then x else –									

F.2.4 Action

See Table F.5.

Table F.5 – localClock Action support

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		

Table F.5 (concluded) – localClock Action support

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	Information Syntax ClockValue	m		

F.2.5 Notification

See Table F.6.

Table F.6 – localClock Notification support

Index	Notification type template label	Value of object identifier for notification type	Constraints and values	Status	Support		Additional information
					Confirmed	Non-confirmed	
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": stateChange	{2 9 3 2 10 14}		m			

Table F.6 (concluded) – localClock Notification support

Index	Subindex	Notification field name label	Value of object identifier of attribute type associated with field	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	StateChangeInfo		Information Syntax SEQUENCE	m		
	1.1.1	sourceIndicator	{2 9 3 2 7 26}	ENUMERATED	o		
	1.1.2	attributeIdentifierList	{2 9 3 2 7 8}	SET OF AttributeId	o		
	1.1.3	stateChangeDefinition	{2 9 3 2 7 28}	SET OF SEQUENCE	m		
	1.1.3.1	attributeID	–	AttributeId	m		
	1.1.3.2	oldAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	o		
	1.1.3.3	newAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	m		
	1.1.4	notificationIdentifier	{2 9 3 2 7 16}	INTEGER	o		
	1.1.5	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.5.1	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF INTEGER	c:m		
	1.1.5.2	sourceObjectInst	–	ObjectInstance	c:o		
	1.1.6	additionalText	{2 9 3 2 7 7}	GraphicString	o		
	1.1.7	additionalInformation	{2 9 3 2 7 6}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.7.1	identifier	–	OBJECT IDENTIFIER	c:m		
	1.1.7.2	significance	–	BOOLEAN	c:o		
1.1.7.3	information	–	ANY DEFINED BY identifier	c:m			

F.3 referenceClock

F.3.1 Statement of conformance to the managed object class

See Table F.7.

Table F.7 – referenceClock Managed object class support

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	referenceClock	{2 9 2 20 3 2}		

If the answer to the actual class question in Table F.7 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.8.

Table F.8 – referenceClock Actual class support

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

F.3.2 Packages

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.9.

Table F.9 – referenceClock Package support

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphism"	c13		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c14		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	clockSourcePkg	–	Mandatory	m		
5	clockSourceDetailPkg	{2 9 2 20 4 0}	"if an instance supports it"	o		
6	leapSecondPkg	{2 9 2 20 4 1}	"if an instance supports it"	o		
7	referenceClockPkg	–	Mandatory	m		
c13: if F.7/1b then – else m						
c14: if F.9/1a then m else –						

F.3.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.10. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

Table F.10 – referenceClock Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c15		c16	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c17		c18	
5	clockId	{2 9 2 20 7 6}		x		m	
6	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": operationalState	{2 9 3 2 7 35}	ENUMERATED	x		m	
7	clockStatus	{2 9 2 20 7 9}		c20		m	
8	clockValue	{2 9 2 20 7 11}		c20		m	
9	clockPrecision	{2 9 2 20 7 8}		c22		c21	
10	clockDrift	{2 9 2 20 7 1}		c22		c21	
11	clockMaximumError	{2 9 2 20 7 7}		c22		c21	
12	clockEstimatedError	{2 9 2 20 7 2}		c22		c21	
13	leapSecondIndication	{2 9 2 20 7 15}		c23		c23	
14	leapSecondCount	{2 9 2 20 7 14}		c23		c23	
15	clockEventCounter	{2 9 2 20 7 4}		c20		m	
16	clockEventCode	{2 9 2 20 7 3}		c20		m	
17	clockEventTime	{2 9 2 20 7 5}		c20		m	
18	referenceClockType	{2 9 2 20 7 29}		c20		m	

Table F.10 (concluded) – referenceClock Attribute support

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c19		c19		c19		c19		
5	x		–		–		x		
6	x		–		–		x		
7	c20		–		–		c20		
8	c20		–		–		c20		
9	c22		–		–		c22		
10	c22		–		–		c22		
11	c22		–		–		c22		
12	c22		–		–		c22		
13	c23		–		–		c24		
14	c23		–		–		c24		
15	c20		–		–		c20		
16	c20		–		–		c20		
17	c20		–		–		c20		
18	c20		–		–		c20		
c15: if F.9/1a then o else – c16: if F.9/1a then m else – c17: if F.9/2a then o else – c18: if F.9/2a then m else – c19: if F.9/2a then x else – c20: if F.7/1b then x else – c21: if F.9/5a then m else – c22: if F.9/5a and F.7/1b then x else – c23: if F.9/6a then m else – c24: if F.9/6a and F.7/1b then x else –									

F.3.4 Actions

See Table F.11.

Table F.11 – referenceClock Action support

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		

Table F.11 (concluded) – referenceClock Action support

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	Information Syntax ClockValue	m		

F.3.5 Notification

See Table F.12.

Table F.12 – referenceClock Notification support

Index	Notification type template label	Value of object identifier for notification type	Constraints and values	Status	Support		Additional information
					Confirmed	Non-confirmed	
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": stateChange	{2 9 3 2 10 14}		m			

Table F.12 (concluded) – referenceClock Notification support

Index	Subindex	Notification field name label	Value of object identifier of attribute type associated with field	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	StateChangeInfo		Information Syntax SEQUENCE	m		
	1.1.1	sourceIndicator	{2 9 3 2 7 26}	ENUMERATED	o		
	1.1.2	attributeIdentifierList	{2 9 3 2 7 8}	SET OF AttributeId	o		
	1.1.3	stateChangeDefinition	{2 9 3 2 7 28}	SET OF SEQUENCE	m		
	1.1.3.1	attributeID	–	AttributeId	m		
	1.1.3.2	oldAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	o		
	1.1.3.3	newAttributeValue	–	ANY DEFINED BY attributeID	m		
	1.1.4	notificationIdentifier	{2 9 3 2 7 16}	INTEGER	o		
	1.1.5	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.5.1	correlatedNotifications	{2 9 3 2 7 12}	SET OF INTEGER	c:m		
	1.1.5.2	sourceObjectInst	–	ObjectInstance	c:o		
	1.1.6	additionalText	{2 9 3 2 7 7}	GraphicString	o		
	1.1.7	additionalInformation	{2 9 3 2 7 6}	SET OF SEQUENCE	o		
	1.1.7.1	identifier	–	OBJECT IDENTIFIER	c:m		
1.1.7.2	significance	–	BOOLEAN	c:o			
1.1.7.3	information	–	ANY DEFINED BY identifier	c:m			

F.4 synchronizationProtocol

F.4.1 Statement of conformance to the managed object class

See Table F.13.

Table F.13 – synchronizationProtocol Managed object class support

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	ntpProtocol	{2 9 2 20 3 3}		

If the answer to the actual class question in Table F.13 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.14.

Table F.14 – synchronizationProtocol Actual class support

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

F.4.2 Packages

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.15.

Table F.15 – synchronizationProtocol Package support

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphism"	c24		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c26		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	synchronizationProtocolPkg	–	Mandatory	m		
c25: if F.13/1b then – else m						
c26: if F.15/1a then m else –						

F.4.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.16. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

Table F.16 – synchronizationProtocol Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c27		c28	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c29		c30	
5	synchronizationProtocolID	{2 9 2 20 7 31}		m		m	
6	synchronizedClock	{2 9 2 20 7 34}		c32		m	
7	synchronizingClocks	{2 9 2 20 7 35}		c32		m	
8	synchronizationProtocolType	{2 9 2 20 7 32}		c32		m	

Table F.16 (concluded) – synchronizationProtocol Attribute support

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c31		c31		c31		c31		
5			–		–				
6	c32		–		–		c32		
7	c32		c32		c32		c32		
8	c32		–		–		c32		

c27: if F.15/1a then o else –
c28: if F.15/1a then m else –
c29: if F.15/2a then o else –
c30: if F.15/2a then m else –
c31: if F.15/2a then x else –
c32: if F.13/1b then x else –

F.4.4 Actions

See Table F.17.

Table F.17 – synchronizationProtocol Action support

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		
2	leapSecond	{2 9 2 20 9 2}		m		
3	protocolReset	{2 9 2 20 9 3}		m		

Table F.17 (concluded) – synchronizationProtocol Action support

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	Information Syntax ClockValue	m		
2	2.1	LeapSecondInfo	Information Syntax SEQUENCE	m		
	2.2	LeapIndication	ENUMERATED	m		
		DayOfLeap	GeneralizedTime	m		
3	3.1	ProtocolResetInfo	Information Syntax SET OF Attribute	m		

F.5 ntpProtocol

F.5.1 Statement of conformance to the managed object class

See Table F.18.

Table F.18 – ntpProtocol Managed object class support

Index	Managed object class template label	Value of object identifier for class	Support of all mandatory features? (Y/N)	Is the actual class the same as the managed object class to which conformance is claimed? (Y/N)
1	ntpProtocol	{2 9 2 20 3 4}		

If the answer to the actual class question in Table F.18 is No, the supplier of the implementation shall fill in the actual class support Table F.19.

Table F.19 – ntpProtocol Actual class support

Index	Managed object class template for actual class	Value of object identifier for managed object class definition of actual class	Additional information

F.5.2 Packages

The supplier of the implementation shall state whether or not the packages specified by this managed object of this class are supported, in Table F.20.

Table F.20 – ntpProtocol Package support

Index	Package template label	Value of object identifier for package	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphicPackage	{2 9 3 2 4 17}	"if an object supports allomorphism"	c33		
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packagesPackage	{2 9 3 2 4 16}	"any registered package, other than this package, has been instantiated"	c34		
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": topPackage	–	Mandatory	m		
4	synchronizationProtocolPkg	–	Mandatory	m		
5	ntpProtocolPkg	–	Mandatory	m		
c33: if F.18/1b then – else m c34: if F.20/1a then m else –						

F.5.3 Attributes

The supplier of the implementation shall state whether or not the attributes specified by all of the packages instantiated in a managed object of this class are supported, in the Support and Additional information columns of Table F.21. The supplier of the implementation shall indicate support for each of the operations for each attribute supported.

Table F.21 – ntpProtocol Attribute support

Index	Attribute template label	Value of object identifier for attribute	Constraints and values	Set by create		Get	
				Status	Support	Status	Support
1	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": allomorphs	{2 9 3 2 7 50}	SET OF ObjectClass	c35		c36	
2	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": nameBinding	{2 9 3 2 7 63}	OBJECT IDENTIFIER	o		m	
3	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": objectClass	{2 9 3 2 7 65}	ObjectClass	m		m	
4	"CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": packages	{2 9 3 2 7 66}	SET OF OBJECT IDENTIFIER	c37		c38	
5	synchronizationProtocolID	{2 9 2 20 7 31}		m		m	
6	synchronizedClock	{2 9 2 20 7 34}		c40		m	
7	synchronizingClocks	{2 9 2 20 7 35}		c40		m	
8	maximumStratum	{2 9 2 20 7 23}		c40		m	
9	maximumClockAge	{2 9 2 20 7 17}		c40		m	
10	maximumSkew	{2 9 2 20 7 22}		c40		m	
11	maximumDistance	{2 9 2 20 7 19}		c40		m	
12	minimumPollInterval	{2 9 2 20 7 25}		c40		m	
13	maximumPollInterval	{2 9 2 20 7 20}		c40		m	
14	minimumSelectClock	{2 9 2 20 7 26}		c40		m	
15	maximumSelectClock	{2 9 2 20 7 21}		c40		m	
16	minimumDispersion	{2 9 2 20 7 24}		c40		m	
17	maximumDispersion	{2 9 2 20 7 18}		c40		m	
18	reachabilityRegisterSize	{2 9 2 20 7 28}		c40		m	
19	filterSize	{2 9 2 20 7 12}		c40		m	
20	filterWeight	{2 9 2 20 7 13}		c40		m	
21	selectWeight	{2 9 2 20 7 30}		c40		m	
22	synchronizationProtocolType	{2 9 2 20 7 32}		c40		m	

Table F.21 (concluded) – ntpProtocol Attribute support

Index	Replace		Add		Remove		Set to default		Additional information
	Status	Support	Status	Support	Status	Support	Status	Support	
1	–		–		–		–		
2	x		–		–		x		
3	x		–		–		x		
4	c39		c39		c39		c39		
5	x		–		–		x		
6	c40		–		–		c40		
7	c40		c40		c40		c40		
8	c40		–		–		c40		
9	c40		–		–		c40		
10	c40		–		–		c40		
11	c40		–		–		c40		
12	c40		–		–		c40		
13	c40		–		–		c40		
14	c40		–		–		c40		
15	c40		–		–		c40		
16	c40		–		–		c40		
17	c40		–		–		c40		
18	c40		–		–		c40		
19	c40		–		–		c40		
20	c40		–		–		c40		
21	c40		–		–		c40		
22	c40		–		–		c40		
c35: if F.20/1a then o else – c36: if F.20/1a then c40 else – c37: if F.20/2a then o else – c38: if F.20/2a then c40 else – c39: if F.20/2a then x else – c40: if F.18/1b then x else –									

F.5.4 Actions

See Table F.22.

Table F.22 – ntpProtocol Action support

Index	Action type template label	Value of object identifier for action type	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockReset	{2 9 2 20 9 1}		m		
2	leapSecond	{2 9 2 20 9 2}		m		
3	protocolReset	{2 9 2 20 9 3}		m		

Table F.22 (concluded) – ntpProtocol Action support

Index	Subindex	Action field name label	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	ClockResetInfo	Information Syntax ClockValue	m		
2	2.1	LeapSecondInfo	Information Syntax SEQUENCE	m		
	2.2	LeapIndication	ENUMERATED	m		
		DayOfLeap	GeneralizedTime	m		
3	3.1	ProtocolResetInfo	Information Syntax SET OF Attribute	m		

Annexe G⁷⁾

Formulaire de déclaration MRCS pour une corrélation de nom

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

G.1 Introduction

The purpose of this MRCS proforma for name bindings is to provide a mechanism for a supplier which claims conformance to a name binding to provide conformance information in a standard form.

G.2 Instructions for completing the MRCS proforma for name binding to produce a MRCS²⁸⁾

The supplier of the implementation shall state which items are supported in the tables below and if necessary provide additional information.

G.3 Statement of conformance to the name binding

See Table G.1.

⁷⁾ **Droits de reproduction du formulaire MRCS**

Les utilisateurs de la présente Recommandation | Norme internationale peuvent reproduire librement le formulaire MRCS figurant dans la présente annexe, en vue de l'utilisation pour le but prévu, et peuvent publier ensuite le formulaire MRCS rempli.

⁸⁾ Les instructions pour le formulaire MRCS sont spécifiées dans la Rec. UIT-T X.724 | ISO/CEI 10165-6.

Table G.1 – Name Binding support

Index	Name binding template label	Value of object identifier for name binding	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	clockSource-system	{2 9 2 20 6 1}	Superior class: "CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": system AND SUBCLASSES	o		
2	synchronizationProtocol-system	{2 9 2 20 6 2}	Superior class: "CCITT Rec. X.721 (1992) ISO/IEC 10165-2:1992": system AND SUBCLASSES	o		

Table G.1 (concluded) – Name Binding support

Index	Subindex	Operation	Constraints and values	Status	Support	Additional information
1	1.1	Create support		m		
	1.1.1	Create with reference object		–		
	1.1.2	Create with automatic instance naming		–		
	1.2	Delete support		m		
	1.2.1	Delete only if no contained objects		–		
	1.2.2	Delete contained objects		–		
2	2.1	Create support		m		
	2.1.2	Create with reference object		–		
	2.1.3	Create with automatic instance naming		–		
	2.2	Delete support		m		
	2.2.1	Delete only if no contained objects		–		
	2.2.2	Delete contained objects		–		

Annexe H

Aperçu général concernant les protocoles usuels de coordination d'horloge

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

Trois protocoles d'horloge candidats ont été identifiés au cours de ce travail. Il s'agit du protocole de temps réseau (NTP, *network time protocol*), du service de temps réparti (DTS, *distributed time service*) et de la synchronisation d'horloge probabiliste (PCS, *probabilistic clock synchronization*). Un bref aperçu général de chacun d'eux est donné ci-dessous.

H.1 Protocole de gestion du temps réseau

Le protocole de gestion du temps réseau (NTP) se constitue d'un protocole, d'une description de service et d'algorithmes de distribution d'informations de temps pour des systèmes Internet divers de taille importante. Le protocole NTP est décrit d'une manière complète dans la référence [5]. Les principales fonctionnalités du protocole NTP sont énumérées au [7].

- Le sous-réseau de synchronisation est constitué d'un réseau hiérarchique auto-organisé de serveurs de temps qui est configuré en fonction d'une estimation de l'exactitude, de la précision et de la fiabilité des participants.
- Le protocole de synchronisation est exploité en mode sans connexion afin de minimiser les durées de latence, de simplifier les implémentations et de fournir un interfonctionnement de réseau universel.
- Les mécanismes de synchronisation utilisent une conception symétrique (tolérante vis-à-vis de la perte, de la duplication et de l'ordre incorrect de paquets), ainsi que des algorithmes de filtrage, de choix et de combinaison basés sur des principes d'espérance mathématique maximale.
- La conception des horloges locales est basée sur une boucle d'asservissement de phase de type II avec paramètres adaptatifs, les corrections étant calculées au moyen d'horodatages échangés sur les arcs du sous-réseau de synchronisation.
- Des serveurs de temps multiples et redondants, ainsi que des itinéraires de transmission multiples distincts sont utilisés dans le sous-réseau de synchronisation. Des algorithmes d'ingénierie choisissent en outre les sources et les itinéraires de synchronisation les plus fiables en utilisant des procédures de vote avec pondération.
- La surcharge imposée au système est réduite par l'utilisation de la commande dynamique de la largeur de bande de la boucle d'asservissement de phase, des intervalles d'interrogation et de la gestion des associations.

H.1.1 Structure du sous-réseau de synchronisation NTP

Un système NTP se constitue d'un réseau de serveurs de temps primaires et secondaires, de clients et d'itinéraires de transmission pour les interconnexions. Un serveur de temps primaire est synchronisé directement avec une source de référence (telle qu'un récepteur de code de temps ou une horloge atomique étalonnée). Un serveur de temps secondaire déduit sa synchronisation à partir d'un serveur primaire, éventuellement par le biais d'autres serveurs secondaires. Ces serveurs sont organisés selon une structure hiérarchique constituant un arbre logique qui représente l'état actuel du sous-réseau de synchronisation. L'emplacement dynamique ou la profondeur de chaque serveur au sein du sous-réseau de synchronisation est indiqué par un nombre appelé "strate"; les numéros de strate les plus élevés indiquent un nombre de serveurs plus grand ou une distance plus importante séparant ce serveur d'une source de référence. La Figure H.1 illustre cette structure.

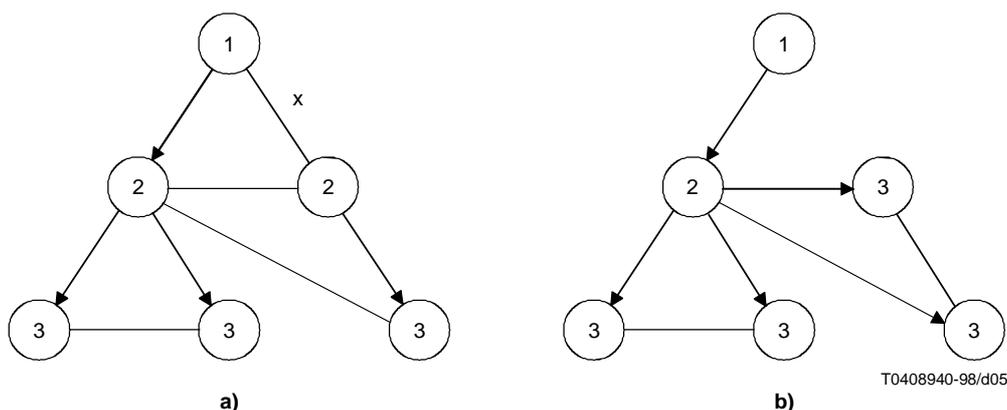


Figure H.1 – Hiérarchie de sous-réseau de synchronisation

Un certain nombre de facteurs ont une influence sur le sous-réseau de synchronisation. Le premier d'entre eux concerne le choix d'entités homologues ou de serveurs pour chaque client. Dans notre analyse, un serveur est une entité fournissant des informations de temps et un client une entité recevant de telles informations. Une entité homologue est un client ou un serveur impliqué dans un échange d'informations de temps. Cette généralisation permet de considérer les serveurs secondaires comme serveurs ou comme clients selon qu'ils fournissent des informations de temps à d'autres serveurs ou qu'ils en reçoivent. Le choix d'entités homologues ou de serveurs pour tout client détermine quelles sont les entités qui échangeront des informations de temps à des fins de synchronisation. Le choix d'entités homologues pour un client donné impose une contrainte aux degrés de liberté des configurations possibles pour le sous-réseau de synchronisation.

Le protocole NTP définit trois classes de service pour les serveurs de temps qui imposent d'autres contraintes aux configurations possibles du sous-réseau de synchronisation. Ces classes sont appelées "multidiffusion", "appel de procédure" et "symétrique". Elles caractérisent la nature de l'échange des informations de temps pour chaque couple client-serveur. La classe multidiffusion est prévue avant tout pour des réseaux locaux à grande vitesse ne nécessitant pas une exactitude maximale. Dans cette classe de service, le serveur transmet les informations de temps que le client utilise après réception en faisant une hypothèse sur le délai de transmission pour déterminer l'information de décalage de temps. La classe de service avec appel de procédure est prévue pour une exploitation dans un environnement de station de travail et de serveur de fichiers. Dans cette classe, un serveur souhaite fournir des informations de temps au client et ce dernier souhaite être synchronisé par le serveur. Le serveur répond dans un tel cas aux demandes des clients, mais ne conserve pas d'informations d'état concernant l'historique de l'échange. La classe de service symétrique représente le protocole NTP le plus général. Dans cette classe, un serveur échange des informations de temps avec un serveur homologue et il est prêt à fournir ou à recevoir des informations de synchronisation à destination ou en provenance de ce dernier.

La structure dynamique du sous-réseau de synchronisation NTP traduit le choix de la source de synchronisation qui est fait par chaque client à un instant donné. Ce choix est limité par les entités homologues avec lesquelles le client peut échanger des informations (sur la base de données de configuration) et par la nature de la relation pour chacun des couples client-serveur (définie par le mode de service).

H.1.2 Détermination du décalage d'horloge

Dans le modèle NTP, les horodatages sont échangés entre un client et un serveur de temps. Le temps d'aller-retour et le décalage individuels peuvent être calculés en utilisant un seul échange de messages. Les mécanismes utilisés n'imposent pas que cet échange soit fiable. La Figure H.2 présente un diagramme temps-espace qui représente la demande du client et la réponse du serveur. Les horodatages T_i , T_{i-1} , T_{i-2} et T_{i-3} , représentent les quatre horodatages qui ont été échangés le plus récemment. Les équations H-1 et H-2 définissent le délai d'aller-retour δ_i et le décalage d'horloge O_i calculés à partir de ces valeurs:

$$\delta_i = (T_i - T_{i-3}) - (T_{i-1} - T_{i-2}) \quad (\text{H-1})$$

$$O_i = ((T_i - T_{i-3}) - (T_{i-1} - T_{i-2})) / 2 \quad (\text{H-2})$$

Il est également possible de calculer des bornes des erreurs réseau en fonction du délai mesuré. Le décalage véritable du client par rapport au serveur est O . Le décalage effectif entre le client et le serveur (dans un sens) est x . On en déduit $x + O = T_{i-2} - T_{i-3}$. Comme x doit être positif, $x = (T_{i-2} - T_{i-3}) - X \geq 0$, ce qui impose $O \leq T_{i-2} - T_{i-3}$. Il peut également être possible de montrer que $T_{i-1} - T_i \leq O$. Alors $T_{i-1} - T_i \leq O \leq T_{i-2} - T_{i-3}$. Il s'ensuit la relation suivante:

$$O_i - \delta_i / 2 \leq O \leq O_i + \delta_i / 2 \quad (\text{H-3})$$

Ceci signifie que le décalage véritable de l'horloge doit se situer dans un intervalle qui est de taille égale au délai mesuré et centré au voisinage du décalage mesuré.

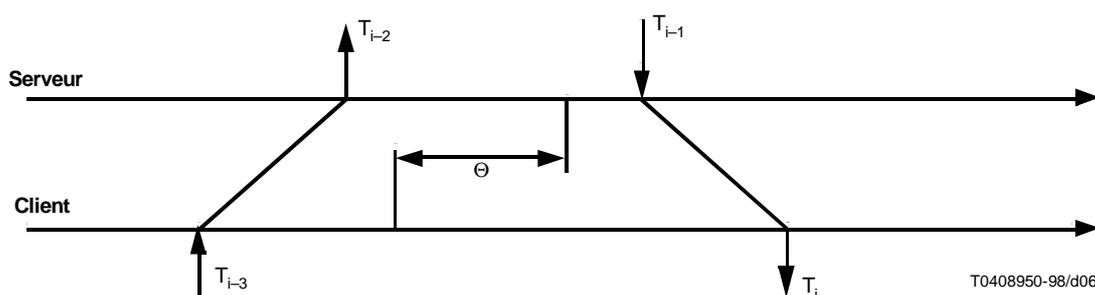


Figure H.2 – Echange d'informations de temps

H.1.3 Modèle du protocole NTP

La Figure H.3 donne le modèle du protocole de temps réseau. Ce modèle utilise un procédé d'asservissement de phase pour la fourniture d'un service de temps stable et robuste. Les éléments de base de ce modèle sont analysés dans les paragraphes qui suivent.

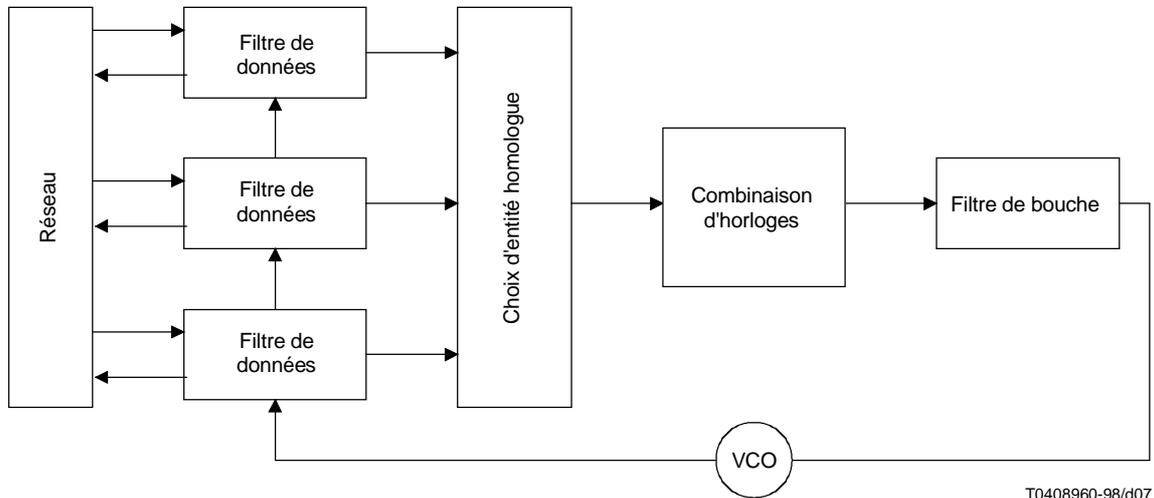


Figure H.3 – Modèle du protocole de temps réseau

H.1.4 Algorithme de filtrage de données

Il existe un ensemble contenant les échantillons les plus récents de délai et de décalage, pour chaque association entre entités homologues gérée par un client. L'algorithme de filtrage de données du protocole NTP fait une estimation du délai et du décalage effectifs entre le client et le serveur d'une association entre homologues en choisissant l'échantillon avec le délai le plus faible. Ceci se fait en ordonnant les échantillons les plus récents par délais croissants. L'échantillon avec le délai le plus faible est pris comme estimation du délai et du décalage effectifs.

Une dispersion du filtre est calculée en plus des estimations de délai et de décalage effectifs. La dispersion du filtre est interprétée comme un indicateur de qualité pour cette association.

H.1.5 Algorithmes de choix d'homologue et de combinaison

Les algorithmes de choix d'homologue et de combinaison sont exécutés en utilisant les estimations de délai et de décalage faites pour chaque association homologue client-serveur. Ces algorithmes déterminent laquelle des entités homologues doit être choisie comme source de synchronisation. Ils déterminent en outre quels sont les réglages qui doivent être faits sur l'horloge locale et les protocoles en relation.

L'algorithme de choix d'homologue est une adaptation d'un algorithme d'accord basé sur des principes d'espérance mathématique maximale. Cet algorithme utilise les deux observations suivantes. En premier lieu, la *fiabilité* la plus élevée est associée en général avec la strate et la dispersion de synchronisation la plus faible. En outre, l'exactitude la meilleure est associée en général avec la strate et la distance de synchronisation la plus faible. L'algorithme utilise cette information pour réduire la taille d'une liste de candidats en tenant compte de contraintes de fiabilité, puis en faisant le choix de la source de synchronisation en fonction de l'exactitude. L'algorithme de choix d'entité homologue effectue d'abord une vérification pour toute entité homologue candidate sur la base d'un certain nombre de contrôles de bon fonctionnement. On établit ensuite une liste de candidats triée par strate et par dispersion de synchronisation pour une même strate. Cette liste est ensuite réduite pour atteindre des valeurs maximales prédéterminées de taille et de strate. La liste de candidats restants est ensuite triée à nouveau par strate et distance de synchronisation. La procédure se termine lorsqu'il ne reste plus qu'un seul candidat, ou lorsque la dispersion maximale de sélection pour tous les candidats restants est inférieure à la dispersion minimale de filtre de tout candidat. Le décalage du client par rapport à la source est connu une fois que la source de synchronisation a été choisie. La valeur de strate locale est positionnée à la valeur plus un de la strate de l'homologue choisi. On calcule en outre la distance de synchronisation (somme des délais totaux d'aller-retour vers la racine du sous-réseau de synchronisation) et la dispersion de synchronisation (somme des dispersions totales vers la racine du sous-réseau de synchronisation).

H.1.6 Modèle d'horloge locale

Le protocole NTP contient une procédure d'apprentissage d'horloge définie par un modèle d'horloge locale fournissant des corrections de décalage de phase et de fréquence.

H.2 Service de temps numérique réparti

H.2.1 Obtention d'une valeur de temps

Le présent paragraphe décrit de quelle manière un client du service de temps réparti (DTS) ou un serveur DTS obtiennent des informations de temps d'un serveur DTS en effectuant une invocation d'appel de procédure à distance. La Figure H.4 représente un diagramme temps-espace pour les messages qui utilisent l'appel de procédure à distance d'un serveur par un commis ou par un serveur.

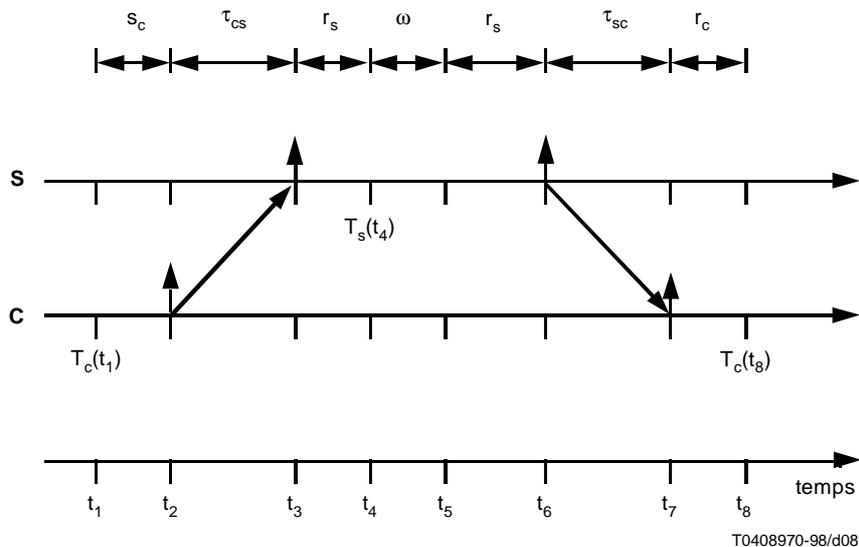


Figure H.4 – Composantes du délai

Les instants t_k , avec $k = 1, 2, \dots, 8$, correspondent à des valeurs de temps UTC qui ne peuvent être connues de manière exacte. Une flèche double indique une émission de message, une flèche simple indiquant une réception.

La procédure débute par une lecture de l'horloge locale faite par le client afin de préparer l'émission de la demande. La valeur du temps UTC est t_1 et l'affichage de l'horloge est $T_C(t_1)$. Le commis ou serveur agissant comme client émet sa demande immédiatement après. La demande entraîne, sur la plupart des systèmes, un certain délai d'émission S_C provenant du transfert de la demande par le système d'exploitation vers un adaptateur réseau et de la mise en file d'attente de transmission par l'adaptateur réseau. Bien que le délai S_C soit en partie déterministe (un nombre minimal d'instructions doivent être exécutées pour transférer la demande du client vers le réseau), il contient également une partie aléatoire qui dépend des activités de l'autre système et du réseau à l'instant donné. Dans le cas de la Figure H.4, la demande est effectivement transmise à l'instant t_2 et reçue par le serveur du système ouvert à l'instant t_3 après un délai de propagation aléatoire τ_{CS} .

La première action du serveur lors de l'arrivée d'une demande est de noter le temps. Un certain délai de réception aléatoire r_S intervient comme dans le cas de l'émission. Il en résulte que le serveur note l'instant d'arrivée t_4 comme temps $T_C(t_4)$ mesuré par l'horloge du serveur. Le serveur traite ensuite la demande et émet un datagramme de réponse à l'instant t_5 . Le client reçoit et horodate cette réponse à l'instant t_8 . La réponse subit des délais du même genre que ceux de la demande, notés S_C , τ_{CS} et r_C . Nous ne faisons pas l'hypothèse que les délais correspondants sont les mêmes pour les messages de demande et de réponse, ce qui signifie qu'en général $S_S \neq S_C$, $\tau_{SC} \neq \tau_{CS}$ et $r_C \neq r_S$.

Le délai de traitement au niveau du serveur est pris en compte d'une manière effective dans la Figure H.4. Bien que l'on puisse s'attendre à ce que ce délai soit minimale, ce n'est pas toujours le cas. Lorsque la charge du serveur est forte, une demande de temps peut être mise en file d'attente de service au lieu d'être traitée immédiatement; dans un système sécurisé, un serveur peut passer un temps non négligeable pour traiter la tâche de signature du message de réponse.

La valeur du délai de traitement est renvoyée dans le message de réponse en même temps que la valeur $T_S(t_4)$ de l'horloge du serveur à l'instant t_4 et la valeur de l'inexactitude $I_S(t_4)$ de l'horloge au même instant. Ceci élimine pour les serveurs toute contrainte sur le temps de réponse aux demandes. Le client peut effectuer une compensation pour les délais de traitement et d'ordonnancement du serveur, comme indiqué dans l'arithmétique ci-dessous.

La valeur de l'horloge du serveur à l'instant t_4 n'est d'aucune utilité pour le client, car ce dernier ne connaît pas la valeur de sa propre horloge à cet instant. Le client doit donc calculer la valeur de l'horloge du serveur à un instant auquel il connaît la valeur de sa propre horloge. Soit t_1 cet instant (nous aurions toutefois pu prendre l'instant t_8 ou tout autre instant). Le résultat de ce calcul est la valeur effective affichée par l'horloge du serveur à l'instant où l'horloge du client affiche la valeur $T_C(t_1)$.

Le client sait que, en l'absence d'erreurs du serveur, la relation suivante s'applique:

$$T_S(t_4) - I_S(t_4) \leq t_4 \leq T_S(t_4) + I_S(t_4)$$

Le domaine de valeurs de t_4 est donné par la relation:

$$T_S(t_4) - I_S(t_4) - x \leq t_1 \leq T_S(t_4) + I_S(t_4) - x \quad (\text{H-1})$$

dans laquelle, d'après la Figure H.4, $x = S_C + \tau_{CS} + r_S$. Bien que x ne soit pas connu, il appartient au domaine $0 \leq x \leq t_8 - t_1 - w$. La valeur de $t_8 - t_1$ satisfait à l'inégalité⁹⁾:

$$t_8 - t_1 \leq (T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C) \quad (\text{H-2})$$

La résolution de l'horloge ρ utilisée dans la formule ci-dessus tient compte de la nature discrète de l'horloge du client et le facteur $(1 + \delta_C)$ tient compte de sa dérive dans l'intervalle de temps $[t_1, t_8]$. On en déduit l'inégalité suivante:

$$0 \leq x \leq (T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C) - w \quad (\text{H-3})$$

La combinaison des inégalités (H-1) et (H-3) permet au client, ou à un serveur agissant comme client, d'avoir la certitude que, lorsque son horloge affiche $T_C(t_1)$, le serveur a admis que le temps UTC se trouvait dans le domaine suivant:

$$T_Z(t_4) - I_Z(t_4) - (T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C) + w \leq t_1 \leq T_Z(t_4) + I_S(t_4) \quad (\text{H-4})$$

Cette estimation de l'horloge du serveur à l'instant t_1 peut être représentée par un temps et une inexactitude¹⁰⁾:

$$\begin{aligned} T_S^{(C)}(t_1) &= T_S(t_4) - ((T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C)) / 2 + w / 2 \\ I_S^{(C)}(t_1) &= I_S(t_4) + ((T_C(t_8) + \rho - T_C(t_1))(1 + \delta_C)) / 2 - w / 2 \end{aligned} \quad (\text{H-5})$$

Une implémentation évoluée du serveur inclura toutes les composantes connues de délai dans $I_S^{(C)}(t_1)$ de manière à réduire l'inexactitude estimée pour $T_S^{(C)}(t_1)$. Elle contiendra, par exemple, toute composante connue de S_S et de r_S ; toute composante de r_S présente dans w nécessitera toutefois que $T_S(t_4)$ soit décrémenté de cette valeur.

De même, un commis ou un serveur évolué agissant comme client peut réduire la valeur de $I_S^{(C)}(t_1)$ en effectuant une compensation pour les composantes connues de S_C , r_C , τ_{SC} ou τ_{CS} . La compensation de composantes connues de τ_{SC} ou de τ_{CS} est interdite pour les serveurs, afin d'éviter qu'elle soit faite en double.

⁹⁾ Cette inégalité est plus compliquée si on prend en considération un saut de seconde pouvant survenir entre t_8 et t_1 . Nous ne traiterons pas ici les modifications entraînées par cette situation, ceci est fait dans l'architecture complète.

¹⁰⁾ Nous utilisons la notation $T_i^{(J)}(t)$ et $I_i^{(J)}(t)$ pour indiquer que le temps et l'erreur maximale sont des estimations de l'horloge i faites par le client J , comme décrit dans le présent paragraphe.

H.2.2 Calcul d'un temps correct

Ce paragraphe décrit de quelle manière un commis ou serveur agissant comme client calcule un temps correct à partir de valeurs de temps obtenues de plusieurs autres serveurs ou du fournisseur de temps, même si certaines d'entre elles sont fautives. La description est faite comme si les valeurs de temps provenaient d'autres serveurs. La procédure est toutefois la même si les valeurs de temps sont obtenues à partir de l'interface du fournisseur de temps.

Soit un commis ou serveur agissant comme client qui a obtenu M valeurs de temps. Pour chaque serveur S_j avec $j = 1, 2, \dots, M$, le commis a calculé $T_j^{(C)}(t_j)$ et $I_j^{(C)}(t_j)$, à un instant t_j correspondant à l'instant t_1 de la Figure H.4 mais représentant la demande émise à destination de S_j .

Le calcul d'un temps correct n'est possible que si toutes les valeurs de temps se rapportent au même instant. La première tâche est donc de traduire ces valeurs de manière à ce qu'elles correspondent à un instant unique de synchronisation appelé t_S . Tout choix de t_S est convenable, la seule contrainte étant que la valeur de l'horloge $T_C(t_S)$ du commis ou serveur agissant comme client est connue. L'incertitude est la plus faible si t_S est voisin du temps actuel. Tous les calculs faits par le commis se font en fonction de $T_C(t_S)$ parce que la valeur de t_S n'est jamais connue. La traduction de la valeur du temps S_j vers t_S se fait au moyen des équations suivantes:

$$\begin{aligned} T_j^{(C)}(t_S) &= T_j^{(C)}(t_j) + T_C(t_S) - T_C(t_j) \\ I_j^{(C)}(t_S) &= I_j^{(C)}(t_j) + (T_C(t_S) - T_C(t_j))\delta_C \end{aligned} \quad (\text{H-6})$$

Il convient de noter que l'inexactitude de chaque valeur de temps augmente pour compenser la dérive maximale possible de l'horloge du commis pendant la durée considérée $[t_j, t_S]$.

Décrivons maintenant le fondement du calcul. Supposons pour l'instant que tous les serveurs sont corrects. Tous les M intervalles de temps fournissent alors le temps UTC. Le temps le plus réduit que le commis peut calculer est simplement l'intersection de ces M intervalles de temps. La Figure H.5 présente un exemple. Soulignons que cette intersection est l'intervalle de temps le plus réduit contenant un temps UTC que le commis est éventuellement en mesure de calculer à partir des informations données (les M intervalles de temps).

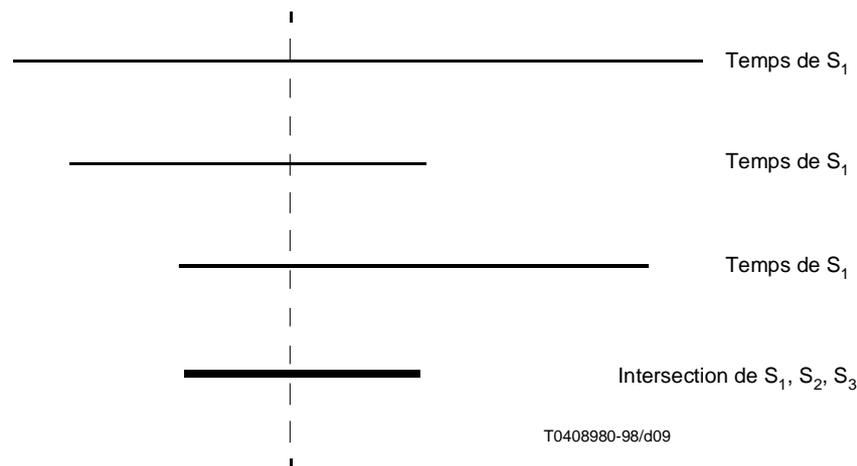


Figure H.5 – Calcul du meilleur temps correct

Mais que se passe-t-il si certains serveurs sont fautifs? Il peut ne pas y avoir d'intersection ou, pis encore, l'intersection peut ne contenir aucun temps UTC. L'algorithme réel étend la notion d'intersection simple pour traiter l'éventualité de serveurs fautifs. On aboutit au résultat par le raisonnement suivant.

Le temps correct le plus réduit que le commis est en mesure de calculer est l'intersection de tous les intervalles de temps corrects; tout point de la ligne réelle contenue dans toutes les valeurs de temps correctes peut potentiellement contenir la vraie valeur du temps UTC à l'instant d'affichage de l'horloge du commis $T_C(t_S)$. Le commis ne saura toutefois pas quels sont les serveurs corrects et quels sont ceux qui sont fautifs (s'il en existe).

Supposons qu'au plus f serveurs sont fautifs. Dans ce cas, tout point de la ligne réelle contenue dans au moins $M - f$ des intervalles de temps peut être un point de tous les intervalles corrects, et peut donc être un temps UTC. Si ce résultat constitue le plus petit ensemble de points dont il est garanti qu'ils contiennent le temps UTC, il ne s'agit pas nécessairement d'un intervalle unique, tel qu'il est représenté dans la Figure H.5. Plutôt que de considérer que le temps se constitue d'intervalles multiples, le commis prend comme temps correct le plus petit intervalle contenant tous les points dans au moins $M - f$ des intervalles.

La complexité du calcul du plus petit intervalle de temps correct peut paraître élevée au premier abord. Le calcul est toutefois simple et rapide avec une structure de données et un algorithme idoines. Nous décrivons à présent ce calcul d'une manière algorithmique:

- 1) placer les points d'extrémité des M valeurs de temps dans une liste. La longueur de cette liste est $2M$, car chaque valeur de temps fournit deux éléments à la liste: $T_j^{(C)}(t_S) - I_j^{(C)}(t_S)$ et $T_j^{(C)}(t_S) + I_j^{(C)}(t_S)$;
- 2) marquer tout point d'extrémité pour indiquer s'il s'agit d'un point d'extrémité maximal ou minimal;
- 3) trier la liste par valeurs ascendantes de points d'extrémité. Si deux points d'extrémité ou plus ont la même valeur, ceux qui correspondent à des limites inférieures doivent précéder ceux qui correspondent à des limites supérieures; c'est-à-dire si:

$$T_j^{(C)}(t_S) - I_j^{(C)}(t_S) = T_k^{(C)}(t_S) + I_k^{(C)}(t_S)$$

alors $T_j^{(C)}(t_S) - I_j^{(C)}(t_S)$ doit précéder $T_k^{(C)}(t_S) + I_k^{(C)}(t_S)$ dans la liste;

- 4) prendre une valeur initiale pour f ;
- 5) examiner la liste dans l'ordre ascendant pour trouver le premier point d'extrémité qui est contenu dans au moins $M - f$ intervalles. Ce point correspond à la valeur minimale de l'intervalle de temps correct;
- 6) si aucun point répondant à la condition n'est trouvé, il existe plus de f serveurs fautifs. Incrémenter d'une unité la valeur de f et revenir à l'étape 5). Si une valeur minimale est trouvée, poursuivre alors avec la valeur de f ;
- 7) examiner la liste dans l'ordre descendant pour trouver le premier point d'extrémité qui est contenu dans au moins $M - f$ intervalles. Ce point correspond à la valeur maximale de l'intervalle de temps correct.

Le calcul des points d'extrémité minimaux et maximaux du plus petit intervalle de temps correct est équivalent au calcul d'un temps et d'une inexactitude. Nous appellerons ces deux quantités respectivement $CT_C(t_S)$ et $CI_C(t_S)$.

H.2.3 Réglage de l'horloge

Un commis ou un serveur règle ensuite son horloge en fonction du temps obtenu, une fois qu'il a calculé un temps correct $CT_C(t_S)$ et une inexactitude $CI_C(t_S)$. Ce paragraphe décrit comment effectuer ce réglage de manière à éviter que l'horloge ne fasse des sauts vers l'avant ou vers l'arrière.

Rappelons que l'horloge du commis affiche la valeur $T_C(t_S)$ au moment de la synchronisation t_S . Le commis modifie en conséquence l'horloge d'une quantité $CT_C(t_S) - T_C(t_S)$.

Comme le temps croît, la valeur d'horloge doit en faire de même, c'est-à-dire qu'elle doit être monotone et croissante. Un commis ne doit pas ajuster son temps vers l'arrière pour compenser une horloge trop rapide. Lorsque l'horloge est trop lente, il est souhaitable, mais non strictement nécessaire, que le commis règle son horloge d'une manière progressive afin d'éviter un saut brusque du temps vers l'avant. Un commis règle une horloge trop rapide en la ralentissant, de manière que le temps UTC puisse la rattraper et accélère une horloge trop lente de manière à rattraper le temps UTC.

La procédure de réglages progressifs monotones se fait d'une manière qui dépend du matériel et du logiciel sous-jacents constituant l'horloge. Nous décrivons cette procédure pour une réalisation particulière d'horloge mise en œuvre dans de nombreux systèmes informatiques. D'autres réalisations d'horloges peuvent utiliser des procédures différentes, dans la mesure où elles garantissent qu'une horloge non fautive contient toujours un temps UTC dans son intervalle.

Une horloge se compose d'une mémoire contenant sa mesure courante du temps UTC et d'une temporisation matérielle qui interrompt périodiquement le processeur. Dans le cas normal, le sous-programme qui traite ces interruptions incrémente la mémoire de l'horloge du montant de la résolution ρ , ce qui a pour effet de faire évoluer le contenu mémoire à un rythme (approximativement) égal à celui du temps UTC.

Le commis ajuste l'horloge en modifiant – en plus si $CT_C(t_S) \geq T_C(t_S)$, ou en moins dans le cas contraire – la quantité dont l'horloge est incrémentée lors de chaque interruption. Nous appellerons ε la valeur utilisée pour modifier l'incrément normal ρ . Supposons que le commis fasse passer l'incrément à $\rho + \varepsilon$ pendant un nombre n d'impulsions d'interruptions. Si ε est positif, l'horloge rattrape alors $n\varepsilon$ secondes; elle perd cette quantité lorsque ε est négatif. Il en résulte que, pour rattraper un temps $CT_C(t_S) - T_C(t_S)$, le commis modifie l'incrément d'une quantité ε pendant un nombre d'impulsions:

$$N = (CT_C(t_S) - T_C(t_S)) / \varepsilon \quad (\text{H-7})$$

(ε est négatif si $CT_C(t_S) - T_C(t_S) < 0$, ce qui signifie que l'horloge retarde au lieu d'avancer.)

La valeur ε est une constante choisie par l'implémentation. La spécification impose toutefois deux contraintes: ε doit être supérieur ou égal à $-\rho$, afin d'assurer la monotonie de l'horloge, et le rythme de réglage doit être supérieur à la dérive, c'est-à-dire $|\varepsilon| > \rho\delta$ parce que le réglage doit pouvoir compenser la dérive. Si, en outre, $|\varepsilon|$ est faible vis-à-vis de ρ , les utilisateurs perçoivent à peine ou pas du tout le réglage.

H.2.4 Détermination de l'erreur maximale

Notre réalisation ne mesure pas automatiquement l'inexactitude, comme elle le fait pour le temps. Le commis calcule l'inexactitude lors de chaque lecture de l'horloge. Ce paragraphe présente la formule permettant de faire ce calcul.

L'inexactitude d'une horloge se constitue de quatre parties:

inexactitude de base	inexactitude au point de synchronisation t_S , donnée par la formule $I_C(t_S) = CI_C(t_S) + CT_C(t_S) - T_C(t_S) $;
accroissement de dérive	plus grande augmentation de l'inexactitude de base provenant de la dérive. La dérive s'accroît de la quantité $(T_C(t) - T_C(t_S)) \delta_C$ à l'instant t ;
diminution de réglage	quantité dont a été diminuée l'inexactitude lors du réglage de l'horloge. L'inexactitude décroît de $ \varepsilon $ lorsque le réglage ε est appliqué à l'horloge. Si on suppose que le réglage débute au point de synchronisation t_S , la diminution de réglage est égale à $ ((T_C(t) - T_C(t_S)) \varepsilon) / (\rho + \varepsilon) $ mais ne peut jamais dépasser le total de $ N\varepsilon $;
résolution de l'horloge	la résolution ρ fait partie de l'inexactitude afin de pouvoir tenir compte de la divergence de l'horloge par rapport au temps UTC entre deux interruptions consécutives. Elle est mise à l'échelle pour tenir compte de la dérive.

La combinaison de ces quatre parties conduit à la formule de calcul de l'inexactitude à tout instant postérieur à t_S :

$$I_C(t) = CI_C(t_S) + |CT_C(t_S) - T_C(t_S)| + (T_C(t) - T_C(t_S)) \delta_C - \min \{ (T_C(t) - T_C(t_S)) / (\rho + \varepsilon), N \} |\varepsilon| + (1 + \delta_C)\rho \quad (\text{H-8})$$

dans laquelle la valeur de N est donnée par l'équation H-7. Il convient de noter que les implémentations peuvent réduire la contribution de la résolution à la valeur $0,5(1 + \delta_C)\rho$ si le temps est incrémenté de cette quantité par rapport à la valeur réelle.

Notons qu'il peut ne pas être possible d'ordonnancer le début du réglage exactement à l'instant t requis par la formule de réglage de décroissement indiquée plus haut. Dans un tel cas, la formule de calcul de l'inexactitude doit tenir compte du nombre d'impulsions entre l'instant de synchronisation et l'instant de début effectif du réglage. Nous indiquons maintenant une manière de réaliser ceci.

Soit t_b l'instant de début de réglage du temps de base. L'affichage de l'horloge est alors $T(t_b)$. L'inexactitude à l'instant t_b , appelée inexactitude de base, est égale à l'inexactitude à l'instant t , augmentée de la dérive entre les instants t et t_b . On obtient ainsi:

$$I_C(t_b) = CI_C(t_S) + |CT_C(t_S) - T_C(t_S)| + (T_C(t_b) - T_C(t_S)) \delta_C$$

(Les termes d'ordre supérieur sont ignorés dans cette équation.) L'inexactitude de base contient maintenant la dérive entre les instants t_S et t_b , et l'accroissement de dérive ne tient compte que de la dérive ultérieure. Elle est donc donnée à l'instant t par l'expression $(T_C(t) - T_C(t_b)) \delta_C$.

La diminution de réglage est calculée en mesurant le nombre d'impulsions qui se sont produites depuis le début du réglage, tant que celui-ci correspond à l'instant t_b . Elle est donc donnée par l'expression $|((T_C(t) - T_C(t_b)) \epsilon) / (\rho + \epsilon)|$, mais doit être inférieure au total de $|N \epsilon|$. Il en résulte que l'expression H-8 peut s'écrire d'une manière plus générale sous la forme:

$$I_C(t) = CI_C(t_S) + |CT_C(t_S) - T_C(t_S)| + (T_C(t_b) - T_C(t_S)) \delta_C + (T_C(t) - T_C(t_b)) \delta_C - \min \{(T_C(t) - T_C(t_b)) / (\rho + \epsilon), N\} |\epsilon| + (1 + \delta_C) \rho$$

H.2.5 Fautes locales

Une erreur (permanente ou transitoire) d'un système peut entraîner une valeur fautive de l'horloge sur ce système, en dépit de la synchronisation périodique. Une horloge fautive peut être détectée au moment de la synchronisation en comparant l'intervalle de l'horloge avec l'intervalle calculé. L'horloge est fautive s'il n'y a pas d'intersection.

Le mécanisme habituel de réglage de l'horloge et de calcul de l'inexactitude corrigera une horloge fautive. Si toutefois l'erreur est élevée (de l'ordre de plusieurs jours, par exemple), il peut être souhaitable de ne pas corriger l'erreur en ajustant progressivement l'horloge, mais plutôt de positionner directement l'horloge sur le temps calculé.

Un attribut de gestion, appelé *errorTolerance* [tolérance d'erreur] facilite cette opération en permettant de décider si l'horloge sera positionnée sur le temps correct ou si elle sera corrigée de manière progressive. Une horloge est positionnée plutôt qu'ajustée progressivement si la différence entre son intervalle et l'intervalle calculé est supérieure à l'erreur de tolérance, conformément à la formule:

$$|CT_C(t_S) - T_C(t_S)| - (CI_C(t_S) - I_C(t_S)) \geq errorTolerance$$

Cette manière de spécifier l'erreur de tolérance d'une horloge fautive permet de prendre aisément en compte des conditions aux limites, par exemple de jamais réinitialiser une horloge fautive (*errorTolerance* = ∞) ou de la réinitialiser immédiatement (*errorTolerance* = 0).

H.2.6 Configuration

Le nombre de serveurs auxquels le coursier demande le temps lors d'une synchronisation est déterminé par un attribut de gestion appelé *minServers* [minimum de serveurs]. Le service de temps doit être configuré de manière qu'il existe suffisamment de serveurs pour satisfaire les besoins de tout coursier. Il est souhaitable en outre que les serveurs soient localisés à proximité des coursiers auxquels ils fournissent le temps. Ceci minimise le délai de communication qui contribue à l'inexactitude.

Des cellules de taille réduite peuvent satisfaire à ces critères avec un ensemble unique de serveurs pour la totalité des coursiers, par contre des cellules de taille importante doivent être configurées avec un nombre de serveurs beaucoup plus élevé que dans le cas d'un seul coursier. L'architecture effectuée, en conséquence, une partition des serveurs en ensembles, dont chacun sert un sous-ensemble de coursiers.

Nous supposons que la plupart des systèmes sont connectés à des réseaux locaux, ce qui simplifie la gestion des partitions. Chaque réseau local contient un ensemble de serveurs (éventuellement vide) appelé "ensemble local". Les coursiers obtiennent dans un tel cas le temps à partir de leurs ensembles locaux correspondants. Ils localisent ces serveurs au moyen des profils de service d'appel de procédure à distance décrits au C.3.2. Cet algorithme permet une configuration automatique des ensembles locaux du service de temps.

Ce dispositif est bien adapté à la configuration d'ensembles locaux, mais présente deux inconvénients:

- 1) si aucun des serveurs d'un ensemble local ne dispose d'un fournisseur de temps, un opérateur doit remettre périodiquement à jour le temps sur f serveurs appartenant à cet ensemble;
- 2) les coursiers dont les ensembles locaux contiennent un nombre insuffisant de serveurs n'ont aucun moyen de trouver des serveurs supplémentaires.

On fournit, pour faire face à ces problèmes, un ensemble supplémentaire de serveurs qui sont disponibles pour la totalité de la cellule. Cet ensemble est appelé "ensemble global" et les serveurs "serveurs globaux". Un serveur global appartient en général à un des ensembles locaux, sans que ceci soit toutefois nécessaire.

Un coursier accède aux serveurs globaux uniquement s'il ne dispose pas, dans son ensemble local, du nombre de serveurs nécessaire à sa synchronisation. Un serveur accède aux serveurs globaux s'il ne dispose pas d'un protocole de temps, ou dans l'un des deux cas suivants:

- 1) l'ensemble local ne contient pas un nombre suffisant de serveurs pour effectuer sa synchronisation;
- 2) le serveur est un coursier.

Les coursiers sont des serveurs qui importent le temps de l'ensemble global vers l'ensemble local. Ceci est utile lorsque aucun des serveurs de l'ensemble local ne dispose d'un fournisseur de temps, mais que certains serveurs globaux disposent d'un fournisseur de temps. Le C.3.4 décrit de quelle manière un serveur peut devenir un coursier.

Il convient de noter que les serveurs globaux ne se synchronisent pas mutuellement d'une manière explicite. Un serveur global se synchronise avec un autre serveur global uniquement si les deux n'appartiennent pas au même ensemble local et si le premier ne dispose pas d'un fournisseur de temps.

H.2.7 Coursiers

Il est probable que certains ensembles locaux seront configurés sans aucun serveur disposant d'un fournisseur de temps. Dans une telle configuration, un opérateur doit simuler périodiquement un fournisseur de temps afin d'éviter que les inexactitudes dans de tels ensembles atteignent des valeurs trop élevées.

Il se peut toutefois que certains serveurs globaux de la cellule se trouvent à proximité de fournisseurs de temps à partir desquels les serveurs de l'ensemble local peuvent obtenir un temps exact. L'architecture fournit à cet effet un mécanisme utilisant une conception qui limite la charge des serveurs globaux et permet une gestion aisée, au prix d'une tolérance réduite aux fautes. Dans un tel mécanisme, seuls les serveurs conçus comme coursiers se synchronisent avec les serveurs globaux et non la totalité des serveurs sans fournisseur de temps.

Un serveur devient un coursier par l'utilisation combinée d'un mécanisme d'élection et d'un attribut appelé "rôle de coursier" qui peut prendre l'une des trois valeurs "coursier", "non-coursier" et "coursier de réserve". Un serveur avec un rôle de coursier positionné sur "non-coursier" ne devient jamais coursier, un serveur avec un rôle de coursier positionné sur "coursier" est toujours un coursier, un serveur avec un rôle de coursier positionné sur "coursier de réserve" n'est en général pas un coursier, mais peut le devenir si les conditions suivantes sont remplies:

- 1) il n'existe pas de serveur dans l'ensemble local dont le rôle de coursier est positionné sur "coursier";
- 2) le serveur en question est celui dont l'identificateur UUID de sécurité (identificateur associé avec le directeur de sécurité du serveur) précède les identificateurs de tous les autres serveurs dont le rôle de coursier est positionné sur "coursier de réserve".

Les serveurs échangent leurs valeurs de rôle de coursier dans des appels de procédure à distance de demande de temps. Les serveurs dont le rôle de coursier est positionné sur "coursier de réserve" doivent examiner à nouveau s'ils sont ou non coursiers lorsqu'ils ajoutent ou suppriment un élément de leurs listes de serveurs locaux.

H.2.8 Détermination de la prochaine synchronisation

Un coursier détermine le moment de synchronisation de son horloge en essayant de borner son inexactitude. La borne souhaitée pour l'inexactitude est spécifiée par l'attribut de gestion "maxInacc" [inexactitude maximale].

Le coursier peut calculer le moment auquel son inexactitude atteindra l'inexactitude maximale à partir du temps $CT_C(t_S)$ et de l'inexactitude $CI_C(t_S)$ calculés. Ceci est donné par la formule:

$$T = CT_C(t_S) + (\max\text{Inacc} - CI_C(t_S)) / \delta_C$$

Le coursier doit se synchroniser avant que son horloge n'atteigne cette valeur de temps pour garantir que $I_C(t) < \max\text{Inacc}$.

Il convient de noter que le service de temps ne garantit aucune borne pour la valeur de $CI_C(t_S)$. Il est donc possible que la valeur de $\max\text{Inacc} - CI_C(t_S)$ devienne petite ou même négative. Pour éviter qu'un coursier se synchronise en permanence, on peut imposer que l'intervalle de temps entre les synchronisations soit supérieur à une valeur minimale spécifiée par l'attribut de gestion "syncHold" [conservation de synchronisation].

Il existe toutefois des situations possibles dans lesquelles la démarche décrite dans le paragraphe précédent conduit tous les coursiers à choisir le même instant de synchronisation, ce qui causera des pointes de charge dans le réseau et sur les serveurs. Ceci conduit à introduire une partie aléatoire dans la détermination des instants auxquels les coursiers se synchronisent.

Les étapes suivantes décrivent de quelle manière procéder à l'ordonnancement de la prochaine synchronisation à partir du temps calculé et des deux paramètres $\max\text{Inacc}$ et syncHold :

- 1) calculer au moyen de la formule suivante le temps que mettra l'inexactitude pour attendre la valeur $\max\text{Inacc}$:

$$D = (\max\text{Inacc} - CI_C(t_S)) / \delta_C$$

- 2) passer à l'étape 4) si $D < \text{syncHold}$, sinon poursuivre l'étape suivante;

- 3) tirer un nombre aléatoire R avec une distribution uniforme sur l'intervalle $[D/2, D]$ puis passer à l'étape 5);
- 4) tirer un nombre aléatoire R avec une distribution uniforme sur l'intervalle $[(3syncHold)/4, (5syncHold)/4]$;
- 5) ordonnancer la prochaine synchronisation de manière qu'elle soit terminée avant que l'horloge n'atteigne la valeur $CT_C(t_S) + R$.

H.2.9 Entretien de la liste des serveurs

Les coursiers doivent importer périodiquement l'ensemble local en effectuant un appel de procédure à distance, afin d'être informés au sujet de nouveaux serveurs locaux. Ceux qui utilisent des serveurs globaux doivent de même importer périodiquement l'ensemble global en effectuant un appel de procédure à distance, afin d'être informés au sujet de nouveaux serveurs globaux.

Le mécanisme permettant de forcer un coursier à réaliser ces importations consiste à nettoyer périodiquement la totalité de ses listes de serveurs globaux et locaux. Comme indiqué au C.4.2, ceci conduit le coursier à importer l'ensemble local et éventuellement l'ensemble global au moment de sa prochaine synchronisation.

Cette opération est effectuée avec une périodicité spécifiée par l'attribut de gestion "cacheRefresh" [rafraîchissement de cache].

Si le serveur est synchronisé avec le fournisseur de temps, il ordonnance la prochaine synchronisation pour l'instant spécifié par le fournisseur de temps (champ "nextPoll" [prochaine interrogation] du message "TPctlMsg" [commande de fournisseur de temps] renvoyé par la fonction "ContactProvider" [fournisseur de contact] de l'interface du fournisseur de temps).

Si le serveur est synchronisé avec d'autres serveurs, ou s'il a abandonné la synchronisation par manque du nombre nécessaire de serveurs, il procédera pour la prochaine synchronisation comme spécifié pour un coursier au C.4.3.

H.2.10 Contrôle de serveurs fautifs

Les serveurs doivent obtenir périodiquement le temps de tous les autres serveurs de l'ensemble local et vérifier que leurs intervalles ont une intersection commune, afin de détecter et de rendre compte de l'existence de serveurs fautifs.

La procédure est celle qui est utilisée pour la synchronisation avec les autres serveurs, telle qu'elle est décrite au C.5.3.2, avec les modifications suivantes:

- les serveurs globaux ne sont pas interrogés;
- la procédure n'est pas interrompue si le nombre de serveurs est inférieur ou égal à $\text{minServers} - 1$;
- le réglage de l'horloge n'est pas effectué;
- l'étape de détermination de la synchronisation suivante n'est pas effectuée.

Le contrôle des serveurs fautifs est démarré par une temporisation périodique dont la période moyenne est spécifiée par l'attribut de gestion "checkInt" [intervalle de contrôle]. La temporisation est démarrée avec un nombre aléatoire appartenant au domaine $[(3checkInt)/4; (5checkInt)/4]$ après l'initialisation ou le contrôle précédent.

NOTE – Le contrôle est également effectué lorsqu'un serveur est synchronisé avec d'autres serveurs et que dans ce cas la temporisation est redémarrée avec un nombre aléatoire comme indiqué ci-dessus $[(3checkInt)/4; (5checkInt)/4]$.

H.3 Synchronisation probabiliste d'horloge

La démarche de synchronisation probabiliste d'horloge (PCS) traite des points suivants concernant la synchronisation entre processus:

- hypothèses concernant l'algorithme de synchronisation PCS;
- technique de lecture de l'horloge distante avec une exactitude spécifiée;
- méthode de conservation de la synchronisation entre horloges;
- méthode de réglage d'une horloge logicielle.

La synchronisation PCS ne traite pas des points suivants:

- modèle de synchronisation;
- tolérance aux fautes;
- demande d'horodatages (signaux horaires);
- interface de service.

Les équations auxquelles se réfère cette contribution se trouvent dans les références [2] et [3].

H.3.1 Hypothèses

La communication entre les processus dans un système réparti est affectée d'un temps de transmission aléatoire. Ceci complique la tâche de synchronisation. La Figure H.6 donne la distribution des temps de transmission de messages, obtenue en analysant les délais des messages de communication entre processus dans des systèmes répartis [2]. La densité de distribution présente un maximum pour un point appelé mode qui est situé entre le retard minimal (r_{min}) et le retard médian; le mode est en général proche de r_{min} et la distribution comporte également une queue étendue et de faible densité représentée dans la partie droite de la figure. La valeur de r_{min} peut être calculée en sommant les temps nécessaires pour la préparation, la transmission et la réception d'un message vide en l'absence de conditions d'erreur de transmission et de charge du système. Cette valeur de r_{min} est utilisée dans l'algorithme de synchronisation probabiliste de l'horloge (PCS).

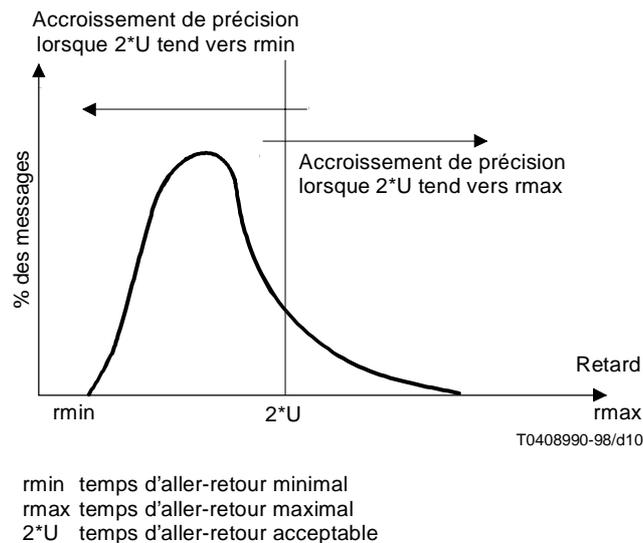


Figure H.6 – Temps de transmission des messages

L'algorithme de synchronisation est basé sur les hypothèses et notations suivantes:

- la résolution des horloges possède une valeur négligeable par rapport à la valeur des intervalles de temps;
- la valeur min est égale à la moitié du temps minimal r_{min} d'aller-retour d'un message;
- ρ est le taux de dérive maximale;
- une horloge implémentée dans le logiciel peut être ajustée.

Nous utiliserons la notation CT_x pour faire référence au temps d'un processus, CT indiquant la valeur de l'heure de l'horloge du processus x . La notation $CT_x(y)$ est utilisée pour indiquer la valeur du temps du processus y estimée par le processus x . Par exemple, la valeur de temps d'une horloge d'un processus S est notée CT_s , et la valeur de temps d'un processus S estimée par le processus C est indiquée par $CT_c(s)$.

H.3.2 Lecture d'une horloge distante

Considérons un processus C qui émet un message de demande de temps à destination du processus S . Lorsqu'il reçoit la demande, le processus S répond par un message de temps portant un horodatage fait en utilisant l'heure de son horloge. On considère que la tentative de lecture de l'horloge S a échoué si le processus C ne reçoit pas de réponse dans un laps de temps prédéfini. L'heure de l'horloge S au moment où C reçoit le message de réponse du processus S peut être bornée par les expressions:

$$CT_s + \min * (1 - \rho)$$

et

$$CT_s + 2 * D_c * (1 + 2 * \rho) - \min * (1 + \rho)$$

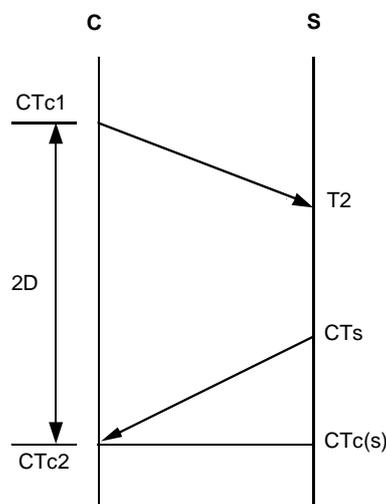
ou exprimée sous forme d'intervalle:

$$CT_s + \min * (1 - \rho) \leq CT_c(s) \leq CT_s + 2 * D_c * (1 + 2 * \rho) - \min * (1 - \rho)$$

avec les notations suivantes:

- CT_s valeur de l'horloge de S
- D_c moitié du temps d'aller-retour mesuré en C
- ρ rythme de dérive maximale de l'horloge de C
- min moitié du temps minimal d'aller-retour de message mesuré en C
- CT_c(s) estimation de la valeur de l'horloge de S faite au même instant par le processus C

La Figure H.7 illustre le déroulement de l'opération de lecture d'horloge.



T0409000-98/d11

- CT_{c1} C demande l'heure S
- T₂ S reçoit la demande
- CT_s S répond avec un horodatage
- CT_{c2} C reçoit la réponse
- CT_c(s) heure de S lorsque C reçoit la réponse
- 2D temps d'aller-retour mesuré en C

Figure H.7 – Lecture d'une horloge distante

On peut donc démontrer que la valeur @CT_c(s) de l'horloge de S estimée par C est égale à:

$$@CT_c(s) = CT_s + D_c * (1 + 2 * \rho) - \min * \rho$$

et que l'erreur maximale sur la valeur estimée (ou inexactitude) est égale à:

$$\varepsilon = D_c * (1 + 2 * \rho) - \min$$

La valeur de DC peut être obtenue dans la pratique par le processus C en mesurant le temps qui s'écoule entre le moment où il émet le message de demande et l'instant auquel il reçoit le message de réponse. Le taux de dérive maximale est en général fourni par le constructeur de l'horloge.

H.3.3 Lecture d'une horloge distante avec une précision spécifiée

S'il veut obtenir une exactitude donnée ' ϵ ' (c'est-à-dire une erreur maximale d'affichage), le processus C doit rejeter toute tentative de lecture pour laquelle le temps d'aller-retour effectivement mesuré ' $2 * Dc$ ' est supérieur au temps d'aller-retour maximal spécifié ' $2 * Uc$ '. La valeur de ' Uc ' peut être calculée au moyen de l'équation suivante:

$$Uc = (1 - 2 * \rho) * (\epsilon + \min)$$

On dit que le processus C établit un rapport avec le processus S lorsqu'il constate que le temps d'aller-retour est convenable.

Il est nécessaire de prendre en considération la durée d'attente ' W ' et le nombre maximal de tentatives ' k ' lors de la réalisation d'une mesure de précision, afin de s'assurer que les deux processus restent corrects et que des pointes transitoires de trafic n'affectent pas leur communication. Il est évident que l'exactitude croît (c'est-à-dire que ' ϵ ' diminue) lorsque le temps d'aller-retour maximal acceptable ' $2 * Uc$ ' tend vers la valeur ' $2 * \min$ '. Il est possible d'augmenter la probabilité d'établir un rapport entre les processus en augmentant le nombre de messages lus. D'un autre côté, l'algorithme tend à devenir déterministe lorsque le temps d'aller-retour maximal ' $2 * Uc$ ' tend vers le temps maximal d'aller-retour de message. Ceci diminue l'exactitude et le nombre de tentatives d'émission de messages.

Il en résulte que si on choisit pour ' $2 * U$ ' une valeur plus proche de ' $rmin$ ', comme indiqué dans la Figure H.7, il est possible d'obtenir une précision plus élevée de lecture de l'horloge, au prix d'une fréquence plus élevée d'échec d'établissement de rapport, ce qui conduit à augmenter le nombre ' k ' de tentatives d'établissement. L'exactitude diminue et le nombre de tentatives ' k ' croît lorsque U tend vers max. On peut démontrer que le nombre moyen ' n ' de messages nécessaires pour établir un rapport est une fonction de la probabilité d'échec de la réalisation de la précision ' ρ ':

$$n = 2 / (1 - \rho)$$

H.3.4 Conservation de la synchronisation entre horloges

Le processus C essaie périodiquement d'établir un rapport avec le processus S afin de conserver la synchronisation d'une de ses horloges avec le processus S. Chacun de ces essais se compose de ' k ' tentatives au plus, constituées de lectures successives séparées par un nombre ' W ' d'unités d'horloge. On admet intuitivement que $W > 2 * U$. Les horloges des processus S et C ne peuvent pas être synchronisées avec l'exactitude spécifiée si les ' k ' tentatives échouent.

La durée maximale de temps effectif ' DNA ' entre un rapport et la prochaine tentative de rapport est donnée par l'expression:

$$DNA = ((1 - \rho) / \rho) * (sc - y) - k * W$$

dans laquelle ' sc ' est la déviation entre S et C. On peut également démontrer que ' sc ' doit obéir à la relation:

$$sc \geq Uc - \min + \rho * k * (1 + \rho) * W$$

H.3.5 Réglage de l'horloge

Considérons une horloge locale d'un processus C avec une vitesse réglable implémentée par logiciel; la valeur de l'horloge de C peut être représentée sous la forme de somme de la valeur de l'horloge matérielle locale H du processus C et d'une fonction de réglage A calculée périodiquement. On a donc:

$$C(t) = H(t) + A(t)$$

et

$$A(t) = m * H(t) + N$$

'A(t)' doit être une fonction continue du temps afin d'éviter des discontinuités de l'horloge locale (sauts de temps); pour simplifier nous prendrons pour 'A(t)' une fonction de réglage linéaire. Les valeurs de ' m ' et de ' N ' peuvent être obtenues à partir des équations suivantes:

$$m = (CTc(s) - CTc) / \alpha$$

et

$$N = CTc - (1 + m) * H$$

L'heure 'α' est celle d'une horloge avec une erreur positive, définie comme fournissant les unités de temps qui se présentent après un rapport qui a permis la synchronisation du processus C avec S. Après la fin de la période de réglage qui a permis la correction de la valeur de 'α' pour C, l'heure de l'horloge CTc est égale à:

$$CTc(\text{du rapport}) = CTc(s) + \alpha$$

On peut alors permettre au processus C de reprendre jusqu'au nouveau rapport avec la vitesse de l'horloge matérielle en prenant:

$$m = 0$$

N = heure locale de C à la fin de la période de réglage du temps-heure de l'horloge matérielle à la fin de la même période.

Il convient de noter que m et N sont modifiés au début et à la fin de chaque période de réglage de l'heure.

H.3.6 Conclusion

L'algorithme de synchronisation probabiliste (PCS) fournit une exactitude contrôlable pour la lecture de la valeur d'une horloge distante. Il ne garantit toutefois pas qu'un processeur puisse toujours lire une horloge distante avec une exactitude donnée. Un processus peut lire l'horloge d'un autre processus avec une probabilité aussi voisine de un que souhaité en effectuant un nombre d'essais suffisant pour réaliser un rapport. L'exactitude de lecture réelle est alors obtenue. L'algorithme indique également comment ajuster une horloge d'une manière continue pendant la période de réglage de l'heure et comment calculer l'instant du rapport suivant.

H.4 Références supplémentaires

Les sources suivantes contiennent des informations didactiques ou générales:

- [1] ISO/CEI JTC 1/SC 21/WG 7 N352 – Requirements on the time synchronization standard. [*Formulation des besoins pour la norme de synchronisation du temps*]
- [2] CHRISTIAN (F.) Probabilistic Clock Synchronization, *Distributed Computing* (1989), 3:146-158. [*Synchronisation probabiliste d'horloge*]
- [3] SCHMUCK (F.), CHRISTIAN (F.) Continuous clock amortization need not affect the precision of a clock synchronization algorithm, *Proceedings of the Ninth Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*, 1990. [*Un amortissement continu de l'horloge n'affecte pas nécessairement la précision d'un algorithme de synchronisation d'horloge*]
- [4] Digital Equipment Corporation, Digital Time Service Functional Specification – Version V1.0. [*Spécification fonctionnelle du service de temps numérique*]
- [5] MILLS (D.L.) Network Time Protocol (Version 3) Specification and Implementation. RFC 1305, mars 1992. [*Spécification et implémentation du protocole de temps réseau*]
- [6] MARZULLO (K.A.) Maintaining time in a distributed system: An example of a loosely coupled distributed service, Ph. D. dissertation, Stanford University, Stanford, CA., février 1984. [*Entretien du temps dans un système réparti: exemple de service réparti avec couplage faible*].
- [7] MILLS (D.L.) Internet Time Synchronization: The Network Time Protocol IEEE Transactions on Communications, Vol. 39. N° 10, octobre 1991. [*Synchronisation du temps dans Internet: le protocole de temps réseau*]
- [8] CCIR, Standard-frequency and time-signal emissions (Recommendation 460), in XIIth Plenary Assembly CCIR, New Delhi, India, 1970, III, p. 227, UIT, Genève, Suisse, 1970. [*Emissions d'étalons de fréquence et de signaux de temps (Recommandation 460)*]

- [9] CCIR, Detailed instructions by Study Group 7 for the implementation of Recommendation 460 concerning the improved Coordinated Universal Time (UTC) system, valid from 1 January 1972 in XIIth Plenary Assembly CCIR, New Delhi, India, 1970, III, p. 228 a-d, UIT, Genève, Suisse, 1970. [*Instructions détaillées de la Commission 7 concernant l'implémentation de la Recommandation 460 pour le système de temps universel coordonné [UTC], valables à partir du 1^{er} janvier 1972*]
- [10] 1003.1b-1993: POSIX, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- [11] OSF DCE 1.0 (Update 1.0.3), OFS DCE Application Environment Specification/Distributed Computing – Time Services. [*Spécification de l'environnement d'application/du traitement réparti de l'environnement DCE de l'OSF – Services de temps*]

Annexe I

Service d'utilisateur de temps

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

Le composant "service d'utilisateur de temps" d'un service générique de temps fournit à des utilisateurs un accès à des informations de temps. Cette partie d'un service générique de temps est considérée comme une affaire locale qui se trouve en dehors de la fonction de gestion du temps. La fourniture de ce service étant toutefois d'une grande importance, la présente annexe analyse un nombre réduit de points significatifs.

I.1 Exactitude et précision

La fonction de gestion du temps n'impose aucune contrainte d'exactitude et de précision pour son implémentation. Toutefois, d'un point de vue pratique, des systèmes particuliers doivent en général respecter des prescriptions de précision et d'exactitude. L'identification et la spécialisation des prescriptions concernant un système donné sont de la responsabilité du concepteur de ce système.

I.2 Formats de temps utilisateur

Il existe un grand nombre de formats pour les informations de temps. La présente Recommandation | Norme internationale définit une représentation unique du temps. Dans la pratique, un service de temps utilisateur peut toutefois avoir besoin d'effectuer des conversions entre de nombreux formats différents. Cette conversion met en œuvre des concepts tels que les fuseaux horaires ou des ajustements locaux du temps (heure d'été). Ce processus de conversion doit être effectué par le service d'utilisateur du temps.

La question de la représentation est également liée aux formats de temps utilisateur. La représentation définie dans la fonction de gestion du temps est adéquate pour une coordination efficace des informations du temps pour la synchronisation et les applications générales. De nombreuses autres applications peuvent toutefois n'avoir besoin que d'une valeur unique de temps sans l'information d'exactitude associée. Cette valeur est fournie localement par le service d'utilisateur du temps.

I.3 Sauts de seconde

Les sauts de seconde sont des ajustements appliqués à la référence de temps normalisée d'une horloge atomique afin de tenir compte de légères variations de la rotation terrestre. Ces secondes sont ajoutées ou retirées au temps UTC selon les nécessités. L'opération s'effectue à des instants prédéterminés fin juillet et fin décembre.

Il existe deux démarches usuelles pour le traitement de saut de seconde lorsque le temps est représenté par un nombre d'unités de temps (secondes) écoulées depuis le début d'une époque. Cette représentation constitue une succession continue de temps, c'est-à-dire qu'elle génère une valeur de temps qui croît de façon monotone et régulière. Les sauts de seconde sont notés à des fins de conversion vers d'autres formats de temps et vers l'heure du jour. La présence d'un saut de seconde n'a pas d'impact sur la représentation de base. Ce procédé simplifie la représentation du temps qui est faite sans discontinuités. Elle complique toutefois un peu le calcul d'une date calendaire précise, pour lequel il est nécessaire de connaître le nombre de sauts de seconde qui ont eu lieu avant la date en question. Une manière de traiter ce problème consiste à ajouter un compteur de sauts de seconde à la représentation.

Une deuxième possibilité consiste à introduire une discontinuité dans la succession des temps lors de l'apparition des sauts de seconde. Ceci complique la tâche de calcul d'intervalles de temps, car il est nécessaire de savoir si un saut de

seconde a eu lieu pendant l'intervalle concerné. Cette démarche simplifie par contre la tâche de conversion vers d'autres formats de temps ou vers l'heure du jour.

Un autre problème se pose pour les actions à effectuer lors de l'apparition d'un saut de seconde. Il est nécessaire de disposer de mécanismes qui fournissent un avertissement au sujet de l'imminence d'un saut de seconde. Il est également nécessaire de prendre une décision sur la manière de traiter l'événement lorsqu'il se manifeste et sur l'application de la correction. Ceci peut se faire en une fois ou d'une manière progressive dans un certain intervalle de temps.

I.4 Valeurs de temps pour les relations d'ordre entre événements

Une autre question concernant le service d'utilisateur de temps est celle des horodatages non ambigus. Des valeurs de temps sont souvent utilisées pour définir une relation d'ordre entre des événements. Dans un tel cas, deux horodatages ne doivent jamais avoir la même valeur. Il existe un certain nombre de manières de traitement de ces questions.

La première consiste à fournir une horloge locale dont l'incrément est plus faible que son temps d'accès. Dans beaucoup de stations de travail disponibles à l'heure actuelle, l'horloge est incrémentée avec une cadence de 1 microseconde, alors que 40 microsecondes peuvent être nécessaires pour lire l'horloge.

Une deuxième possibilité consiste à utiliser les bits non significatifs de la représentation du temps pour fournir une relation d'ordre plus détaillée que les incréments d'horloge. Si, par exemple, l'horloge est incrémentée toutes les 10 millisecondes, les bits représentant les microsecondes peuvent être utilisés pour fournir une relation d'ordre au sein d'un intervalle de 10 millisecondes sans fournir d'informations de temps plus détaillées.

Une dernière possibilité consiste à utiliser un champ supplémentaire attaché à l'horodatage pour effectuer un comptage. Ce champ est alors utilisé pour établir des relations d'ordre au sein d'un incrément d'horloge.

Toutes ces démarches peuvent être utilisées localement au sein du service d'utilisateur de temps. Elles sont considérées comme se trouvant en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation | Norme internationale.

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 pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages de programmation