



This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلًا.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.



XVII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
DÜSSELDORF, 1990



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**RECOMMANDATIONS
DU CCIR, 1990**

(AINSI QUE RÉOLUTIONS ET VOEUX)

VOLUME VII

**FRÉQUENCES ÉTALON
ET SIGNAUX HORAIRES**

CCIR COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL DES RADIOCOMMUNICATIONS

Genève, 1990

CCIR

1. Le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) est l'organe permanent de l'Union internationale des télécommunications qui est chargé «... d'effectuer des études et d'émettre des recommandations sur les questions techniques et d'exploitation se rapportant spécifiquement aux radiocommunications, sans limitation quant à la gamme de fréquences...» (Convention internationale des télécommunications, Nairobi, 1982, Première Partie, Chapitre I, Article 11, numéro 83):*

2. Le CCIR doit notamment:

a) fournir les bases techniques à l'usage des conférences administratives des radiocommunications et des services de radiocommunication pour assurer l'utilisation efficace du spectre des fréquences radioélectriques et de l'orbite des satellites géostationnaires, sans négliger les besoins des divers services de radiocommunication;

b) recommander pour les systèmes de radiocommunication des normes de fonctionnement ainsi que des mesures techniques qui assurent l'efficacité et la compatibilité de leur interfonctionnement dans les télécommunications internationales;

c) recueillir, échanger, analyser, publier et diffuser des renseignements techniques résultant d'études du CCIR ou tous autres renseignements disponibles pour le développement, la planification et l'exploitation de systèmes de radiocommunication, y compris les mesures spéciales qui pourraient être nécessaires pour faciliter l'exploitation de ces renseignements dans les pays en développement.

* Voir aussi la Constitution de l'UIT, Nice, 1989, Chapitre I, Art. 11, numéro 84.



XVII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
DÜSSELDORF, 1990



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**RECOMMANDATIONS
DU CCIR, 1990**

(AINSI QUE RÉOLUTIONS ET VOEUX)

VOLUME VII

**FRÉQUENCES ÉTALON
ET SIGNAUX HORAIRES**

CCIR

COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL DES RADIOCOMMUNICATIONS

92-61-04232-5

Genève, 1990



**PLAN DES VOLUMES I A XV
DE LA XVII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE DU CCIR**

(Düsseldorf, 1990)

VOLUME I (Recommandations) <i>Annexe au Vol. I</i> (Rapports)	Utilisation du spectre et contrôle des émissions
VOLUME II (Recommandations) <i>Annexe au Vol. II</i> (Rapports)	Services de recherche spatiale et de radioastronomie
VOLUME III (Recommandations) <i>Annexe au Vol. III</i> (Rapports)	Service fixe fonctionnant sur des fréquences inférieures à 30 MHz environ
VOLUME IV-1 (Recommandations) <i>Annexe au Vol. IV-1</i> (Rapports)	Service fixe par satellite
VOLUMES IV/IX-2 (Recommandations) <i>Annexe aux Vol. IV/IX-2</i> (Rapports)	Partage des fréquences et coordination entre le service fixe par satellite et les faisceaux hertziens
VOLUME V (Recommandations) <i>Annexe au Vol. V</i> (Rapports)	Propagation dans les milieux non ionisés
VOLUME VI (Recommandations) <i>Annexe au Vol. VI</i> (Rapports)	Propagation dans les milieux ionisés
VOLUME VII (Recommandations) <i>Annexe au Vol. VII</i> (Rapports)	Fréquences étalon et signaux horaires
VOLUME VIII (Recommandations) <i>Annexe 1 au Vol. VIII</i> (Rapports) <i>Annexe 2 au Vol. VIII</i> (Rapports) <i>Annexe 3 au Vol. VIII</i> (Rapports)	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés Service mobile terrestre – Service d'amateur – Service d'amateur par satellite Service mobile maritime
VOLUME IX-1 (Recommandations) <i>Annexe au Vol. IX-1</i> (Rapports)	Services mobiles par satellite (aéronautique, terrestre, maritime, mobile et radiorepérage) – Service mobile aéronautique
VOLUME X-1 (Recommandations) <i>Annexe au Vol. X-1</i> (Rapports)	Service fixe utilisant les faisceaux hertziens
VOLUMES X/XI-2 (Recommandations) <i>Annexe aux Vol. X/XI-2</i> (Rapports)	Service de radiodiffusion (sonore)
VOLUMES X/XI-3 (Recommandations) <i>Annexe aux Vol. X/XI-3</i> (Rapports)	Service de radiodiffusion par satellite (radiodiffusion sonore et télévision)
VOLUME XI-1 (Recommandations) <i>Annexe au Vol. XI-1</i> (Rapports)	Enregistrement sonore et télévisuel
VOLUME XII (Recommandations) <i>Annexe au Vol. XII</i> (Rapports)	Service de radiodiffusion (télévision)
VOLUME XIII (Recommandations)	Transmissions télévisuelles et sonores (CMTT)
VOLUME XIV	Vocabulaire (CCV)
VOLUME XV-1 (Questions)	Textes administratifs du CCIR
VOLUME XV-2 (Questions)	Commissions d'études 1, 12, 5, 6, 7
VOLUME XV-3 (Questions)	Commission d'études 8
VOLUME XV-4 (Questions)	Commissions d'études 10, 11, CMTT
	Commissions d'études 4, 9

Sauf indication contraire, les références aux **Recommandations, Rapports, Résolutions, Vœux, Décisions et Questions** à l'intérieur des textes du CCIR sont celles de l'édition 1990, et seul le numéro principal est mentionné.

**RÉPARTITION DES TEXTES DE LA XVII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE DU CCIR
PARMI LES VOLUMES I A XV**

Les Volumes I à XV et leurs Annexes, XVII^e Assemblée plénière, contiennent tous les textes du CCIR actuellement en vigueur. Ils se substituent à ceux de l'édition de la XVI^e Assemblée plénière, Dubrovnik, 1986.

1. Les Recommandations, Résolutions et Vœux sont contenus dans les Volumes I à XIV et les Rapports et Décisions dans les Annexes aux Volumes I à XII.

1.1 *Indications sur la numérotation de ces textes*

Lorsqu'une Recommandation, un Rapport, une Résolution ou un Vœu a été révisé, ce texte conserve son numéro auquel on ajoute un trait d'union et un chiffre indiquant le nombre de révisions successives. Cependant, dans le corps même du texte des Recommandations, des Rapports, des Résolutions, des Vœux et des Décisions, seul le numéro principal sera mentionné (par exemple, Recommandation 253) étant entendu que l'on se réfère à la version la plus récente du texte, sauf mention contraire.

Les numéros de ces textes figurent dans les tableaux ci-dessous; le chiffre indiquant le nombre de révisions successives n'a pas été mentionné dans les tableaux. Pour plus de détails sur la numérotation, voir le Volume XIV.

1.2 *Recommandations*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
48	X-1	368-370	V	479	II
80	X-1	371-373	VI	480	III
106	III	374-376	VII	481-484	IV-1
139	X-1	377, 378	I	485, 486	VII
162	III	380-393	IX-1	487-493	VIII-2
182	I	395-405	IX-1	494	VIII-1
215, 216	X-1	406	IV/IX-2	496	VIII-2
218, 219	VIII-2	407, 408	X/XI-3	497	IX-1
239	I	411, 412	X-1	498	X-1
240	III	415	X-1	500	XI-1
246	III	417	XI-1	501	X/XI-3
257	VIII-2	419	XI-1	502, 503	XII
265	X/XI-3	428	VIII-2	505	XII
266	XI-1	430, 431	XIII	508	I
268	IX-1	433	I	509, 510	II
270	IX-1	434, 435	VI	513-517	II
275, 276	IX-1	436	III	518-520	III
283	IX-1	439	VIII-2	521-524	IV-1
290	IX-1	441	VIII-3	525-530	V
302	IX-1	443	I	531-534	VI
305, 306	IX-1	444	IX-1	535-538	VII
310, 311	V	446	IV-1	539	VIII-1
313	VI	450	X-1	540-542	VIII-2
314	II	452, 453	V	546-550	VIII-3
326	I	454-456	III	552, 553	VIII-3
328, 329	I	457, 458	VII	555-557	IX-1
331, 332	I	460	VII	558	IV/IX-2
335, 336	III	461	XIII	559-562	X-1
337	I	463	IX-1	565	XI-1
338, 339	III	464-466	IV-1	566	X/XI-2
341	V	467, 468	X-1	567-572	XII
342-349	III	469	X/XI-3	573, 574	XIII
352-354	IV-1	470-472	XI-1	575	I
355-359	IV/IX-2	473, 474	XII	576-578	II
362-364	II	475, 476	VIII-2	579, 580	IV-1
367	II	478	VIII-1	581	V

IV

1.2 *Recommandations (suite)*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
582, 583	VII	625-631	VIII-2	676-682	V
584	VIII-1	632, 633	VIII-3	683, 684	VI
585-589	VIII-2	634-637	IX	685, 686	VII
591	VIII-3	638-641	X-1	687	VIII-1
592-596	IX-1	642	X-1	688-693	VIII-2
597-599	X-1	643, 644	X-1	694	VIII-3
600	X/XI-2	645	X-1 + XII	695-701	IX-1
601	XI-1	646, 647	X-1	702-704	X-1
602	X/XI-3	648, 649	X/XI-3	705	X-1 ⁽¹⁾
603-606	XII	650-652	X/XI-2	706-708	X-1
607, 608	XIII	653-656	XI-1	709-711	XI-1
609-611	II	657	X/XI-3	712	X/XI-2
612, 613	III	658-661	XII	713-716	X/XI-3
614	IV-1	662-666	XIII	717-721	XII
615	IV/IX-2	667-669	I	722	XII
616-620	V	670-673	IV-1	723, 724	XII
622-624	VIII-1	674, 675	IV/IX-2		

1.3 *Rapports*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
19	III	319	VIII-1	472	X-1
122	XI-1	322	VI ⁽¹⁾	473	X/XI-2
137	IX-1	324	I	476	XI-1
181	I	327	III	478	XI-1
183	III	336*	V	481-485	XI-1
195	III	338	V	488	XII
197	III	340	VI ⁽¹⁾	491	XII
203	III	342	VI	493	XII
208	IV-1	345	III	496, 497	XII
209	IV/IX-2	347	III	499	VIII-1
212	IV-1	349	III	500, 501	VIII-2
214	IV-1	354-357	III	509	VIII-3
215	X/XI-2	358	VIII-1	516	X-1
222	II	363, 364	VII	518	VII
224	II	371, 372	I	521, 522	I
226	II	375, 376	IX-1	525, 526	I
227*	V	378-380	IX-1	528	I
228, 229	V	382	IV/IX-2	533	I
238, 239	V	384	IV-1	535, 536	II
249-251	VI	386-388	IV/IX-2	538	II
252	VI ⁽¹⁾	390, 391	IV-1	540, 541	II
253-255	VI	393	IV/IX-2	543	II
258-260	VI	395	II	546	II
262, 263	VI	401	X-1	548	II
265, 266	VI	404	XI-1	549-551	III
267	VII	409	XI-1	552-558	IV-1
270, 271	VII	411, 412	XII	560, 561	IV-1
272, 273	I	430-432	VI	562-565	V
275-277	I	435-437	III	567	V
279	I	439	VII	569	V
285	IX-1	443	IX-1	571	VI
287*	IX-1	445	IX-1	574, 575	VI
289*	IX-1	448, 449	IV/IX-2	576-580	VII
292	X-1	451	IV-1	584, 585	VIII-2
294	X/XI-3	453-455	IV-1	588	VIII-2
300	X-1	456	II	607	IX-1
302-304	X-1	458	X-1	610*	IX-1
311-313	XI-1	463, 464	X-1	612-615	IX-1
314	XII	468, 469	X/XI-3	622	X/XI-3

* Non réimprimé, voir Dubrovnik, 1986.

⁽¹⁾ Publié séparément.

1.3 *Rapports (suite)*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
624-626	XI-1	790-793	IV/IX-2	972-979	I
628, 629	XI-1	795	X-1	980-985	II
630	X/XI-3	798, 799	X-1	987, 988	II
631-634	X/XI-2	801, 802	XI-1	989-996	III
635-637	XII	803	X/XI-3	997-1004	IV-1
639	XII	804, 805	XI-1	1005, 1006	IV/IX-2
642, 643	XII	807-812	X/XI-2	1007-1010	V
646-648	XII	814	X/XI-2	1011, 1012	VI
651	I	815, 816	XII	1016, 1017	VII
654-656	I	818-823	XII	1018-1025	VIII-1
659	I	826-842	I	1026-1033	VIII-2
662-668	I	843-854	II	1035-1039	VIII-2
670, 671	I	857	III	1041-1044	VIII-2
672-674	II	859-865	III	1045	VIII-3
676-680	II	867-870	IV-1	1047-1051	VIII-3
682-685	II	872-875	IV-1	1052-1057	IX-1
687	II	876, 877	IV/IX-2	1058-1061	X-1
692-697	II	879, 880	V	1063-1072	X-1
699, 700	II	882-885	V	1073-1076	X/XI-2
701-704	III	886-895	VI	1077-1089	XI-1
706	IV-1	896-898	VII	1090-1092	XII
709	IV/IX-2	899-904	VIII-1	1094-1096	XII
710	IV-1	908	VIII-2	1097-1118	I
712, 713	IV-1	910, 911	VIII-2	1119-1126	II
714-724	V	913-915	VIII-2	1127-1133	III
725-729	VI	917-923	VIII-3	1134-1141	IV-1
731, 732	VII	925-927	VIII-3	1142, 1143	IV/IX-2
735, 736	VII	929	VIII-3 (1)	1144-1148	V
738	VII	930-932	IX-1	1149-1151	VI
739-742	VIII-1	934	IX-1	1152	VII
743, 744	VIII-2	936-938	IX-1	1153-1157	VIII-1
748, 749	VIII-2	940-942	IX-1	1158-1168	VIII-2
751	VIII-3	943-947	X-1	1169-1186	VIII-3
760-764	VIII-3	950	X/XI-3	1187-1197	IX-1
766	VIII-3	951-955	X/XI-2	1198	X-1 (1)
770-773	VIII-3	956	XI-1	1199-1204	X-1
774, 775	VIII-2	958, 959	XI-1	1205-1226	XI-1
778	VIII-1	961, 962	XI-1	1227, 1228	X/XI-2
780*	IX-1	963, 964	X/XI-3	1229-1233	X/XI-3
781-789	IX-1	965-970	XII	1234-1241	XII

* Non réimprimé, voir Dubrovnik, 1986.

(1) Publié séparément.

1.3.1 *Note au sujet des Rapports*

La mention individuelle «adopté à l'unanimité» a été supprimée pour chaque Rapport. Les Rapports contenus dans les Annexes aux Volumes sont adoptés à l'unanimité sauf dans les cas où des réserves faisant l'objet d'une note de bas de page sont émises.

1.4 *Résolutions*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
4	VI	62	I	86, 87	XIV
14	VII	63	VI	88	I
15	I	64	X-1	89	XIII
20	VIII-1	71	I	95	XIV
23	XIII	72, 73	V	97-109	XIV
24	XIV	74	VI	110	I
33	XIV	76	X-1	111, 112	VI
39	XIV	78	XIII	113, 114	XIII
61	XIV	79-83	XIV		

VI

1.5 *Vœux*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
2	I	45	VI	73	VIII-1
11	I	49	VIII-1	74	X-1 + X/XI-3
14	IX-1	50	IX-1	75	XI-1 + X/XI-3
15	X-1	51	X-1	77	XIV
16	X/XI-3	56	IV-1	79-81	XIV
22, 23	VI	59	X-1	82	VI
26-28	VII	63	XIV	83	XI-1
32	I	64	I	84	XIV
35	I	65	XIV	85	VI
38	XI-1	66	III	87, 88	XIV
40	XI-1	67-69	VI	89	IX-1
42	VIII-1	71-72	VII	90	X/XI-3
43	VIII-2				

1.6 *Décisions*

Numéro	Volume	Numéro	Volume	Numéro	Volume
2	IV-1	60	XI-1	87	IV/IX-2
4, 5	V	63	III	88, 89	IX-1
6	VI	64	IV-1	90, 91	XI-1
9	VI	65	VII	93	X/XI-2
11	VI	67, 68	XII	94	X-1
18	X-1 + XI-1 +	69	VIII-1	95	X-1 + XI-1
	XII	70	IV-1	96, 97	X-1
27	I	71	VIII-3	98	X-1 + XII
42	XI-1	72	X-1 + XI-1	99	X-1
43	X/XI-2	76	IV-1 + X-1 +	100	I
51	X/XI-2		XI-1 + XII	101	II
53, 54	I	77	XII	102	V
56	I	78, 79	X-1	103	VIII-3
57	VI	80	XI-1	105	XIV
58	XI-1	81	VIII-3	106	XI-1
59	X/XI-3	83-86	VI		

2. **Questions** (Vol. XV-1, XV-2, XV-3, XV-4)2.1 *Indication sur la numérotation de ces textes*

Les Questions sont numérotées dans des séries différentes pour chaque Commission d'études; le cas échéant, le numéro d'ordre est suivi d'un trait d'union et d'un chiffre indiquant le nombre de révisions successives du texte. Le numéro d'une Question est suivi d'un *chiffre arabe indiquant la Commission d'études*. Exemples:

- Question 1/10 pour la première version de la Question;
- Question 1-1/10 pour sa première révision, Question 1-2/10 pour sa deuxième révision.

Note – Les Questions des Commissions d'études 7, 9 et 12 sont numérotées à partir de 101. Cette numérotation résulte, pour la nouvelle Commission d'études 7, de la fusion des anciennes Commissions d'études 2 et 7 et, pour la nouvelle Commission d'études 9, de la fusion des anciennes Commissions d'études 3 et 9. Dans le cas de la nouvelle Commission d'études 12, elle est due au transfert des Questions d'autres Commissions d'études.

2.2 *Emplacement des Questions*

Le plan des Volumes de la page II indique dans quel Volume XV sont publiées les Questions des Commissions d'études. Un résumé de toutes les Questions avec leurs titres, l'ancien et le nouveau numéro, sera publié dans le Volume XIV.

2.3 *Références aux Questions*

Comme indiqué dans la Résolution 109, l'Assemblée plénière a approuvé les Questions et en a confié l'examen aux Commissions d'études. Elle a en outre décidé de mettre fin aux Programmes d'études. La Résolution 109 indique ainsi ceux de ces derniers dont l'Assemblée plénière a approuvé la conversion en nouvelles Questions ou l'incorporation à des Questions existantes. Il est à noter que les références aux Questions et Programmes d'études contenus dans les textes des Recommandations et des Rapports des Volumes I à XIII restent les mêmes que pendant la période d'études 1986-1990.

S'il y a lieu, les Questions renvoient aux anciens Programmes d'études ou aux anciennes Questions dont elles découlent. Celles qui viennent d'anciens Programmes d'études ou qui ont été transférées à une Commission d'études différente comportent désormais un nouveau numéro.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

VOLUME VII

FRÉQUENCES ÉTALON ET SIGNAUX HORAIRES

(Commission d'études 7)

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Plan des Volumes I à XV de la XVII ^e Assemblée du CCIR	II
Répartition des textes de la XVII ^e Assemblée plénière du CCIR parmi les Volumes I à XV	III
Table des matières	IX
Index des textes par ordre numérique	XI
Mandat de la Commission d'études 7 et Introduction par le Rapporteur principal de la Commission d'études 7	XIII
 <i>Section 7A — Glossaire</i>	
Rec 686 Glossaire	1
 <i>Section 7B — Spécifications pour les services de fréquences étalon et de signaux horaires</i>	
Rec 374-3 Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires	9
Rec 375-2 Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires dans de nouvelles bandes de fréquences	10
Rec 376-1 Suppression des brouillages d'origine extérieure causés aux émissions du service de fréquences étalon dans les bandes attribuées à ce service	11
Rec 457-1 Utilisation de la date julienne modifiée par les services de fréquences étalon et de signaux horaires	12
Rec 458-2 Comparaisons internationales d'échelles de temps atomique	13
Rec 460-4 Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires	14
Rec 485-2 Utilisation d'échelles de temps dans les services de fréquences étalon et de signaux horaires	18
Rec 486-1 Référence à l'échelle de temps atomique international pour les générateurs et les émissions de fréquence commandés avec précision	19
Rec 535-1 Emploi du terme UTC	20
Rec 536 Notations à utiliser pour désigner les échelles de temps	21
Rec 685 Synchronisation internationale des échelles de temps UTC	23
 <i>Section 7C — Systèmes pour la dissémination et les comparaisons</i>	
Rec 582-1 Diffusion et coordination de signaux de référence de temps et de fréquence par satellite	25
Rec 583-1 Codes horaires	26
Rec 537 Réduction des brouillages mutuels entre émissions du service de fréquences étalon et de signaux horaires sur les fréquences qui leur sont attribuées dans les bandes 6 et 7	27

Section 7D – Caractérisation des sources et de la formation des échelles de temps

Rec 538-1	Mesures de la stabilité de fréquence et de phase	29
-----------	--	----

Résolutions et Vœux

Résolution 14-4	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires	31
Vœu 26-2	Etudes et expériences relatives aux émissions de signaux horaires	32
Vœu 27	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires dans de nouvelles bandes de fréquences	33
Vœu 28	Programmes spéciaux de contrôle des émissions de l'IFRB en vue de dégager les bandes de fréquences attribuées exclusivement au service de fréquences étalon	34
Vœu 71-1	Documentation des émissions de signaux horaires	35
Vœu 72	Diffusion de signaux horaires par des satellites météorologiques	36

Textes supprimés

N° de la page
Vol. VII
Dubrovnik, 1986

Vœu 70	Le système UTC et le rôle du Bureau international de l'heure	181
--------	--	-----

INDEX DES TEXTES PAR ORDRE NUMÉRIQUE

	Page
SECTION 7A: Glossaire	1
SECTION 7B: Spécifications pour les services de fréquences étalon et de signaux horaires	9
SECTION 7C: Systèmes pour la dissémination et les comparaisons	25
SECTION 7D: Caractérisation des sources et de la formation des échelles de temps	29

RECOMMANDATIONS	Section	Page
Recommandation 374-3	7B	9
Recommandation 375-2	7B	10
Recommandation 376-1	7B	11
Recommandation 457-1	7B	12
Recommandation 458-2	7B	13
Recommandation 460-4	7B	14
Recommandation 485-2	7B	18
Recommandation 486-1	7B	19
Recommandation 535-1	7B	20
Recommandation 536	7B	21
Recommandation 537	7C	27
Recommandation 538-1	7D	29
Recommandation 582-1	7C	25
Recommandation 583-1	7C	26
Recommandation 685	7B	23
Recommandation 686	7A	1

Note – La Résolution et les Vœux figurant déjà dans l'ordre numérique à la table des matières, ne sont pas repris dans le présent index.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

COMMISSION D'ÉTUDES 7

FRÉQUENCES ÉTALON ET SIGNAUX HORAIRES

Mandat:

1. Coordonner les services de diffusion de fréquences étalon et de signaux horaires à l'échelon mondial.
2. Etudier les aspects techniques à l'émission et à la réception, y compris l'emploi de techniques spatiales dans ces services, et les moyens d'améliorer la précision des mesures.

1986-1990 *Rapporteur principal:* J. McA. STEELE (Royaume-Uni)

Vice-Rapporteur principal: S. LESCHIUTTA (Italie)

Pour la prochaine période d'études, conformément à la Résolution 61, adoptée à la XVII^e Assemblée plénière de Düsseldorf (mai-juin 1990), le domaine de compétence relatif aux travaux qui seront entrepris et les noms du Rapporteur principal et des Vice-Rapporteurs principaux sont indiqués ci-dessous.

COMMISSION D'ÉTUDES 7

SERVICES SCIENTIFIQUES

Domaine de compétence:

1. Systèmes d'exploitation et de recherche spatiales, d'exploration de la Terre et de météorologie, y compris l'utilisation corrélatrice des liaisons des services intersatellites.
2. Radioastronomie et radar astronomie.
3. Diffusion, réception et coordination des services de fréquences étalon et de signaux horaires, y compris l'application des techniques par satellite à l'échelon mondial.

1990-1994 *Rapporteur principal:* H. G. KIMBALL (Etats-Unis d'Amérique)

Vice-Rapporteurs principaux: J. SAINT-ÉTIENNE (France)
S. LESCHIUTTA (Italie)
J. WHITEOAK (Australie)

INTRODUCTION PAR LE RAPPORTEUR PRINCIPAL DE LA COMMISSION D'ÉTUDES 7

1. **Rappel des faits**

Les documents de la Commission d'études ont été examinés pendant les réunions intérimaire et finale qui se sont déroulées respectivement du 12 au 19 avril 1988 et du 5 au 12 septembre 1989. Par ailleurs, à l'une et l'autre occasion, le Groupe chargé de la mise en œuvre de la Décision 65, concernant l'élaboration d'un Manuel sur l'utilisation de la diffusion des signaux horaires et des fréquences étalon par satellite, a tenu ses propres réunions. Mis à part le nouveau Programme d'études mentionné ci-après au § 3.1 et la suppression du Vœu 70 du Volume précédent, ce Vœu étant désormais caduc, les Questions, Programmes d'études, Résolutions, Vœux et Décisions n'ont pas été modifiés par rapport à la période précédente. Le reste de la présente introduction est donc consacré à une brève description des modifications et adjonctions les plus significatives apportées aux Recommandations et Rapports de la Commission d'études ainsi que des relations avec les autres organismes internationaux.

2. Section 7A – Glossaire

La Recommandation 686 comprend un glossaire de termes importants pour les travaux de la Commission d'études, qu'il a fallu définir initialement dans le cadre des activités du GTI 7/2, présidé par M. Egidi (Italie). Seules des modifications mineures avaient été apportées aux définitions rassemblées dans le glossaire au cours des quelque dix années qui s'étaient écoulées depuis que le Groupe de travail avait mené à bien la première partie de ses travaux: il convenait donc de procéder à un examen approfondi de cette terminologie dans le cadre de la réunion finale. La majorité des termes contenus dans le glossaire sont spécifiquement liés aux besoins d'exploitation des services de fréquences étalon et de signaux horaires. D'autres ont une connotation plus générale – ainsi des termes «précision», «erreur», «incertitude», etc. – mais la Commission d'études, dans ses choix d'acception, n'en a pas moins tenu compte des définitions qui existent déjà dans le Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie [ISO, 1984], établi sur la base des contributions fournies par le BIPM, la CEI, l'ISO et l'OIML. Par ailleurs, il faut rappeler que le glossaire, initialement publié dans le Volume VII sous la cote «Rapport 730», a déjà été utilisé pendant trois périodes d'études, et qu'il est donc temps de souligner la validité de la version révisée en l'adoptant à titre de Recommandation.

3. Section 7B – Spécifications pour les services des fréquences étalon et des signaux horaires

3.1 *Systèmes de temps universel coordonné (UTC)*

Aucune modification n'a été apportée au texte de la Recommandation 460 relative aux émissions de fréquences étalon et de signaux horaires, qui ne devraient s'écarter du temps universel coordonné (UTC) que de ± 1 ms (signaux horaires) et 1×10^{-10} (fréquences étalon). Ces tolérances sont désormais très facilement atteintes dans la grande majorité des installations, avec les horloges atomiques de référence; par ailleurs, les méthodes actuelles permettent de comparer les signaux d'horloge avec une incertitude sensiblement inférieure à 1 μ s. En conséquence, il serait avantageux d'utiliser pour la détermination du temps universel coordonné UTC des horloges présentant un niveau de synchronisation plus poussé. La Recommandation 685 sur la synchronisation internationale des échelles de temps UTC propose précisément que chaque centre horaire s'efforce de régler son heure locale (UTC(k)) par rapport à l'UTC avec une précision de ± 1 μ s. Cette recherche d'une plus grande précision dans les références de temps transparait également dans le nouveau Programme d'études 5C/7, au titre duquel il convient d'étudier les techniques permettant de diffuser dans le monde entier des signaux horaires d'une précision au moins égale à 1 μ s au moindre coût pour l'utilisateur.

Dans la pratique, il n'est pas possible de respecter toutes les caractéristiques définies par la Recommandation 460 dans certains systèmes en exploitation. Par exemple, le code décrit en détail dans l'Annexe II (transmission de DUT1 par indication différentielle (UT1 – UTC)) ne permet pas toujours d'acheminer les codes horaires et les codes de date dans le même segment et certaines stations exploitées dans la bande 4 (DCF77, HBG, OMA et WWVB) n'émettent pas leurs signaux DUT1 dans le format spécifié. Du fait de la constante accélération de la vitesse de rotation de la Terre, les insertions de secondes intercalaires sont de moins en moins fréquentes (deux secondes positives seulement depuis juin 1985-fin décembre 1987 et fin décembre 1989). A l'instar de DUT1, il n'est pas possible, pour des raisons pratiques, d'incorporer ces modifications dans les systèmes émettant des fréquences étalon et des signaux horaires dont la fonction primaire est toutefois la détermination de la position ou l'aide à la navigation. Ainsi, les références horaires fournies par les signaux Oméga dans la bande 4 et par le Système global de détermination de la position par satellite (GPS) n'offrent qu'une précision égale à UTC modulo 1 seconde, la différence résultante (temps système – UTC) étant de +15 s dans le premier cas et de +6 s dans le second au 1^{er} janvier 1990.

3.2 *Bureau international des poids et mesures (BIPM)*

Depuis le 1^{er} janvier 1988, c'est le Bureau international des poids et mesures (BIPM) qui est officiellement chargé du temps atomique international (TAI): le Volume VII a donc été modifié en conséquence (le Bureau international de l'heure (BIH) a fait place au BIPM dans l'ensemble du texte). Pour déterminer l'UTC, il est naturellement nécessaire de connaître la vitesse de rotation de la Terre et les décisions relatives à la valeur de DUT1 et à l'insertion de secondes intercalaires sont prises par l'IERS (International Earth Rotation Service – Service international de la rotation de la Terre), les références adéquates dans le contexte de l'UTC étant également prévues. Cette nouvelle disposition présente un avantage immédiat: le BIPM est désormais directement représenté aux réunions de la Commission d'études et, pour la première fois, ce qui nous permet, dans nos débats, de bénéficier de l'expérience et des connaissances des membres de sa section des signaux horaires.

4. Section 7C – Systèmes de diffusion et de comparaison

4.1 *Bandes de fréquences attribuées*

Le Tableau I du Rapport 267 (Fréquences étalon et signaux horaires) regroupe les caractéristiques de toutes les stations émettrices du service de fréquences étalon et de signaux horaires exploitées actuellement dans les bandes attribuées (fréquences de 2,5, 5, 10, 15 et 20 MHz). La principale modification par rapport à la période

précédente est la décision prise en février 1988 par le Royaume-Uni, de mettre fin à l'exploitation du service MSF sur les fréquences 2,5, 5 et 10 MHz. A la suite de cette décision, les problèmes de brouillage mutuel en Europe ont été quelque peu atténués, et les modifications nécessaires ont été apportées au Rapport 732 (Réduction proposée des brouillages mutuels entre émissions de fréquences étalon et de signaux horaires dans les bandes 6 et 7). Le texte du Rapport 731 (Enquête faite parmi des usagers des émissions de fréquences étalon et de signaux horaires), a été complété; on y trouvera notamment les résultats d'une enquête effectuée aux Etats-Unis d'Amérique par le NIST (National Institute of Standards and Technology) pour la période 1987-88 et recouvrant non seulement les services des stations WWV et WWVH mais également les émissions de WWB sur 60 kHz et le service GOES de diffusion par satellite de signaux horaires.

4.2 *Bandes de fréquences additionnelles*

Les Tableaux II et III du Rapport 267 indiquent certaines autres sources de références horaires et de fréquences étalon; il s'agit, pour l'essentiel, de stations exploitées dans les bandes 4 et 5 (signaux de navigation (Loran-C et Oméga), de communication et de radiodiffusion). Malgré la rapide expansion des systèmes à satellites, ces bandes continuent d'être intégralement exploitées: le Rapport 271, sur la stabilité de la réception des signaux émis en ondes myriamétriques et kilométriques, décrit un perfectionnement intéressant apporté à l'émetteur DCF 77 sur 77,5 kHz: la porteuse est modulée en phase avec du bruit pseudo-aléatoire, et l'on obtient ainsi une plus grande précision de détermination de l'heure. Ce Rapport décrit également les résultats des nombreuses mesures effectuées en Chine et au Japon sur des signaux Loran-C, pour des trajets de 2000 km de longueur maximale.

4.3 *Autres méthodes de diffusion de signaux horaires et de fréquences étalon*

Confirmant la grande diversité des méthodes mises au point pour la diffusion de signaux horaires et de fréquences étalon, le Rapport 363 décrit en détail les résultats obtenus en URSS dans le cadre d'une série d'expériences de synchronisation bidirectionnelle (signaux réfléchis par des traînées de météores). Une précision de l'ordre de 20-30 ns a été obtenue sur des trajets d'environ 1000 km. Le NIST et le US Naval Observatory procèdent régulièrement à des émissions bidirectionnelles de signaux horaires transmis par satellite, et l'erreur est inférieure à 1 ns pour des mesures d'une durée de 100 s. Le Rapport en question expose également certaines techniques non radioélectriques (lignes téléphoniques) utilisées lorsqu'une précision modérée (~ 1 ms) suffit. Depuis plusieurs années, on déploie de nombreux efforts pour améliorer les systèmes d'émission et de transfert par satellite, et à ce sujet le Rapport 518 décrit l'évolution récente du GPS et les premières informations confirmées concernant le système mondial de navigation GLONASS, dispositif équivalent mis au point par l'URSS. Une partie importante des informations rassemblées dans ce Rapport figure également dans le Manuel sur l'utilisation des satellites pour la diffusion de signaux horaires et de fréquences étalon, en cours d'élaboration (application de la Décision 65).

4.4 *Codes horaires*

Les codes horaires sont désormais largement utilisés, non seulement par les stations dont les Tableaux I et II du Rapport 267 précisent les caractéristiques, mais également par divers services de radiodiffusion générale. C'est ainsi qu'en Europe de l'Ouest, plusieurs pays exploitent l'option temps d'horloge (CT) de leur service RDS. Outre les codes adoptés par les stations «spécialisées», le Rapport 578 expose en détail la mise en œuvre de l'option «CT» du RDS britannique. Dans ce cas précis, la référence horaire est obtenue à partir du signal MSF 60 kHz, comme cela est préconisé dans le texte modifié de la Recommandation 583, selon laquelle tous les codes horaires diffusés en conditions réelles doivent présenter une précision de ± 1 ms par rapport à l'UTC. La modulation de phase en bande étroite est la méthode préférée pour la diffusion des codes horaires au moyen des émetteurs actuels fonctionnant en modulation d'amplitude et il convient de noter à cet égard que le Rapport 577 indique les paramètres des codes diffusés par les émetteurs français et britanniques exploités en ondes kilométriques (soit France Inter, 162 kHz et Radio 4, 198 kHz).

5. **Section 7D – Caractérisation des sources et de la formation des échelles de temps**

Le principal document de fond relevant de la présente section – à savoir le Rapport 364 sur le comportement des générateurs de fréquences étalon exploités principalement dans la région des hyperfréquences – a été mis à jour et rassemble désormais les derniers résultats des nombreux travaux effectués par plusieurs laboratoires s'efforçant d'améliorer les possibilités offertes par les étalons atomiques, notamment dans le domaine des étalons primaires de laboratoire au césium, des masers à hydrogène, des oscillateurs à cavité superconductrice, des systèmes de stockage d'ions et, vers la limite supérieure de la bande de fréquences considérée, de l'étalon Mg (601 GHz). Le Rapport ainsi revu présente une utilité plus grande encore pour l'utilisateur qui doit choisir la source correspondant le mieux aux caractéristiques du système considéré: ce document comprend en effet de nouveaux graphiques améliorés illustrant la stabilité et la densité nominale spectrale de puissance de phase des principales sources disponibles, ainsi que des tableaux de coefficients d'environnement. Le Rapport 1152 caractérise quant à lui la densité spectrale de puissance de phase de sources à grande stabilité dans les bandes décimétriques-millimétriques à générateurs synchronisés. Le Rapport 580 met à jour les méthodes de caractérisation du bruit de fréquence et de phase notamment par estimations «recoupées» de la variance à deux échantillons.

Bon nombre de participants à la réunion intérimaire ayant estimé que le Rapport 738 sur les générateurs de fréquences étalon dans les gammes submillimétriques, infrarouge et visible du spectre électromagnétique appelait une révision approfondie, la Commission d'études a très volontiers accepté l'offre de la délégation française, qui s'est proposée pour cette tâche. Cette nouvelle version revue et corrigée du Rapport, désormais intitulé «Les générateurs de fréquence dans les gammes infrarouge lointain, infrarouge et visible du spectre électromagnétique» a été élaborée par M. M. Granveaud (France), Rapporteur spécial, qui a consulté pour ce faire ses collègues des autres administrations. Ce document, approuvé à la réunion finale, résume la situation actuelle dans cette très large gamme de fréquences. Le nombre des ouvrages cités dans la section des références bibliographiques a été fortement réduit, mais toutes les publications majeures concernant le domaine ont été maintenues.

6. Relations d'autres organismes internationaux

6.1 Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS)

Le Comité a tenu sa réunion à Sèvres, au Siège du BIPM, en avril 1989, après celle du Groupe de travail sur le TAI, et j'ai eu le privilège d'exposer les vues du CCIR à ces deux occasions. A la fin des réunions, le CCDS a adopté six Recommandations dont quatre (S1, S2, S4 et S5) ont été par la suite avalisées par le Comité international des poids et mesures (CIPM). La Recommandation S1 traite du même thème que la Recommandation 685 (réduction de l'écart entre UTC(k) et UTC) tout en étant plus souple, puisqu'il y est recommandé de ramener les valeurs d'écart actuelles à «quelques microsecondes» et non pas à « $\pm 1 \mu\text{s}$ », comme cela est préconisé dans le texte du CCIR. Les trois autres Recommandations reflètent également les préoccupations du CCIR en ce qui concerne l'importance de la stabilité à long terme du TAI et l'effet éventuel des caractéristiques de l'environnement sur les horloges utilisées dans le système (S2), la nécessité d'améliorer la précision et d'accroître le nombre des horloges primaires utilisées dans la détermination du TAI (S4), enfin la nécessité également, dans le cadre de l'IERS, de définir les coordonnées de l'antenne de référence pour obtenir un système unidirectionnel de transfert de signaux horaires par satellite qui soit précis (S5).

6.2 Activités du CCITT ayant trait aux questions de synchronisation (Commission d'études XVIII)

M. P. Kartaschoff (Suisse), Rapporteur spécial auprès de la Commission d'études XVIII du CCITT, a brièvement décrit les Recommandations de la série G.800 qui traitent des questions de synchronisation, notamment dans les domaines suivants: horloges primaires et horloges asservies des systèmes plésiochrones, problèmes de synchronisation, objectifs de contrôle du glissement, limitation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques. A la réunion finale, la Commission d'études a également approuvé le libellé d'une lettre de liaison adressée au CCITT, sur les possibilités de transfert de signaux horaires et de fréquences étalon par des moyens téléphoniques.

6.3 Système global de détermination de la position (GPS)

M. D. W. Allan (Etats-Unis d'Amérique), Rapporteur spécial auprès du CGS (Civil GPS Service) a appelé l'attention des participants à la réunion finale sur les implications, dans le domaine du transfert international de signaux horaires, du nouveau concept de «disponibilité sélective» qui pourrait se traduire par des erreurs de l'ordre de 30-50 ns, lourdes de conséquences pour le BIPM qui, pour le calcul du TAI (et de l'UTC) dépend fortement des signaux GPS permettant de combiner les indications fournies par les diverses horloges réparties dans le monde. M. Allan a précisé les mesures que le CGS se propose d'adopter pour fournir une éphéméride «satellite» précise. Bien que ce travail soit en retard de quelques semaines, cela devrait permettre d'éliminer la majeure partie des erreurs en question.

7. Remerciements

Nous tenons à remercier les Présidents de Groupes de travail — M. H. de Boër, M. R. J. Douglas, M. S. Leschiutta, M. P. K. Seidelmann et M. B. Sydnor, qui ont contribué au succès des réunions finale et intérimaire. M. G. de Jong a assumé les fonctions de Rapporteur à ces deux occasions alors que M. A. Bates, M. T. L. Casado, M. B. Dubouis, M. P. Mackinlay et M. B. Sydnor ont participé aux travaux des Groupes de rédaction à l'une des deux réunions ou aux deux. Nos remerciements s'adressent également aux trois Rapporteurs spéciaux, M. D. W. Allan, M. M. Granveaud et M. P. Kartaschoff et à M. Ch. Stettler, Conseiller du CCIR, dont l'appui pendant cette période d'études nous a été précieux.

SECTION 7A: GLOSSAIRE

RECOMMANDATION 686*

GLOSSAIRE

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) qu'il est essentiel pour les activités de l'UIT et des CCI que les termes utilisés le soient d'une manière clairement définie et uniforme;
- b) qu'il est nécessaire qu'il y ait une terminologie commune pour la spécification et la description univoques des systèmes de fréquences étalon et de signaux horaires;
- c) qu'il importe de promouvoir l'emploi d'une terminologie cohérente dans la communauté toujours grandissante des usagers de systèmes de fréquences étalon et de signaux horaires,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ que les termes indiqués ci-après soient utilisés:

code horaire; *time code; código horario*

Code utilisé pour l'émission d'informations de temps.

cohérence de fréquence; *coherence of frequency; coherencia de frecuencia*

Voir «cohérence de phase».

cohérence de phase; *coherence of phase; coherencia de fase*

Il y a cohérence de phase si deux signaux périodiques de fréquences M et N retrouvent la même différence de phase au bout de M périodes du premier et N périodes du second, M/N étant un nombre rationnel qui s'obtient par multiplication et/ou division à partir de la même fréquence fondamentale.

comparaison de temps; *time comparison; comparación de tiempos*

Détermination d'une différence entre échelles de temps.

date; *date; fecha*

Lecture d'une échelle de temps spécifiée.

Note — La date peut être exprimée conventionnellement en années, mois, jours, heures, minutes, secondes et fractions correspondantes. La «date julienne» (DJ) et la «date julienne modifiée» (DJM) sont également utilisées pour la datation (voir: «date julienne» et «date julienne modifiée»).

date julienne (DJ); *Julian Date (JD); Fecha Juliana (FJ)*

Numéro de jour julien suivi de la fraction de jour qui s'est écoulée depuis le midi (12h00 UT) précédent.

Exemple: la date 1900 janvier 0,5 d UT correspond à DJ = 2 415 020,0.

Note — La date julienne renvoie traditionnellement à l'échelle UT1 mais elle peut être utilisée dans d'autres contextes si cela est indiqué.

date julienne modifiée (DJM); *Modified Julian Date; Fecha Modificada del Calendario Juliano*

Date julienne diminuée de 2 400 000,5 jours (voir la Recommandation 457).

décalage; *offset; separación***

Différence systématique entre la valeur réalisée et la valeur nominale. (Voir aussi «décalage normé».)

* Le Directeur du CCIR est prié de porter la présente Recommandation à l'attention du CCITT et de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

** Cette définition diffère de celle du VEI, mais la Commission d'études 7 est d'avis qu'elle est plus appropriée pour le service des fréquences étalon et des signaux horaires.



décalage de fréquence; *frequency offset; separación de frecuencia*

Différence de fréquence systématique entre la valeur réalisée et la valeur nominale de la fréquence.

décalage de fréquence normé; *normalized frequency offset; separación de frecuencia normalizada*

Voir «valeur normée».

décalage de phase; *phase deviation; desviación de fase*

Différence de phase par rapport à une référence.

décalage normé; *normalized offset; separación normalizada*

Voir «valeur normée».

déphasage; *phase shift; desplazamiento de fase*

Changement de phase intentionnel par rapport à la valeur nominale.

déplacement de fréquence; *frequency shift; desplazamiento de frecuencia*

Changement intentionnel de fréquence.

dérive (sous-entendu: dérive de fréquence); *drift; deriva*

Variation systématique de la fréquence d'un oscillateur, en fonction du temps.

Note — La dérive est due au vieillissement, ainsi qu'à des modifications du milieu ambiant et à d'autres facteurs extérieurs à l'oscillateur (voir «vieillissement»).

dérive de fréquence*; *frequency drift; deriva de frecuencia*

Voir «dérive» et «vieillissement».

dérive de fréquence normée; *normalized frequency drift; deriva normalizada de frecuencia*

Voir «valeur normée».

différence de fréquence; *frequency difference; diferencia de frecuencia*

Différence algébrique entre deux valeurs de fréquences.

différence de fréquence normée; *normalized frequency difference; diferencia de frecuencia normalizada*

Voir «valeur normée».

différence entre échelles de temps; *time scale difference; diferencia entre escalas de tiempo*

Différence entre les indications lues sur deux échelles de temps au même instant.

Note — Pour éviter toute confusion de signe, on utilisera des valeurs algébriques en appliquant les conventions suivantes: à l'instant daté T d'une échelle de temps de référence, si a est la lecture d'une échelle de temps A et b la lecture d'une échelle de temps B , la différence entre les deux échelles de temps A et B est donnée par la formule: $A - B = a - b$ à l'instant daté T . La même convention s'applique au cas où A et B sont des horloges.

différence entre temps d'horloge; *clock time difference; diferencia de tiempo de reloj*

Différence entre les indications lues au même instant sur deux horloges.

Note — Pour éviter toute confusion de signe, on utilisera des valeurs algébriques en appliquant les conventions suivantes: à l'instant daté T d'une échelle de temps de référence, si a est la lecture d'une échelle de temps A et b la lecture d'une échelle de temps B , la différence entre les deux échelles de temps A et B est donnée par la formule: $A - B = a - b$ à l'instant daté T . La même convention s'applique au cas où A et B sont des horloges.

* Cette définition diffère de celle du VEI, mais la Commission d'études 7 est d'avis qu'elle est plus appropriée pour le service des fréquences étalon et des signaux horaires.

DUT1; DUTI; DUTI

Valeur de la différence prédite UT1 – UTC diffusée avec les signaux horaires. On peut donc considérer DUT1 comme une correction qu'il convient d'ajouter à l'échelle UTC pour obtenir une meilleure approximation de UT1. Les valeurs de DUT1 sont données par l'IERS sous forme de multiples entiers de 0,1 s (voir «temps universel»).

écart de fréquence* ; frequency deviation ; desajuste de frecuencia

Différence entre la fréquence et la valeur nominale de la fréquence.

écart de fréquence normé ; normalized frequency deviation ; desajuste de frecuencia normalizado

Voir «valeur normée».

échelle de temps ; time scale ; escala de tiempo

Système de classement univoque des événements.

échelle de temps atomique ; atomic time scale ; escala de tiempo atómico

Echelle de temps fondée sur des phénomènes de résonance atomique ou moléculaire.

échelle de temps-coordonnée ; coordinated time scale ; escala de tiempo coordinada

Echelle de temps synchronisée, dans des limites spécifiées, par rapport à une échelle de temps de référence.

échelles de temps en synchronisme ; time scales in synchronism ; escalas de tiempo en sincronismo

Deux échelles de temps sont en synchronisme si elles assignent la même date à un même instant.

Note – Si des échelles de temps sont produites dans des lieux spatialement distincts, il faut tenir compte du temps de propagation des signaux horaires transmis et des effets de relativité, compte tenu du système d'axes de coordonnées (voir le Rapport 439).

émission de fréquences étalon ; standard-frequency emission ; emisión de frecuencias patrón

Emission qui diffuse une fréquence étalon à intervalles réguliers, avec une exactitude de fréquence spécifiée.

Note – Dans la Recommandation 460, le CCIR recommande un écart de fréquence normé inférieur à 1×10^{-10} .

émission de signaux horaires ; standard-time-signal emission ; emisión de señales horarias

Emission qui diffuse des signaux horaires à intervalles réguliers, avec une exactitude spécifiée.

Note – Le CCIR recommande, dans la Recommandation 460, que les signaux horaires soient émis à moins de 1 ms par rapport à UTC et qu'ils contiennent l'information DUT1 selon un code spécifié.

erreur* ; error ; error

Différence entre une valeur et la valeur correcte supposée.

étalon de fréquence ; frequency standard ; patrón de frecuencia

Générateur dont la fréquence du signal de sortie est utilisée comme fréquence de référence.

Note – Voir «étalon primaire de fréquence» et «étalon secondaire de fréquence».

étalon primaire de fréquence ; primary frequency standard ; patrón primario de frecuencia

Etalon de fréquence dont la fréquence correspond à la définition adoptée pour la seconde, son exactitude spécifiée étant obtenue sans étalonnage extérieur du dispositif.

Note – Actuellement la seconde est définie comme suit :

«La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133» (13^e Conférence générale des poids et mesures (CGPM), 1967).

étalon secondaire de fréquence ; secondary frequency standard ; patrón secundario de frecuencia

Etalon de fréquence nécessitant un étalonnage extérieur.

* Cette définition diffère de celle du VEI, mais la Commission d'études 7 est d'avis qu'elle est plus appropriée pour le service des fréquences étalon et des signaux horaires.

étalon de temps; *time standard*; *patrón de tiempo*

- a) Dispositif servant à la réalisation de l'unité de temps.
- b) Dispositif maintenu en fonctionnement continu, servant à la réalisation d'une échelle de temps conformément à la définition de la seconde, avec une origine convenablement choisie.

étalonnage*; *calibration*; *calibración*

Action d'identifier et de mesurer les décalages dans les instruments et/ou les méthodes.

Note — Dans de nombreux cas, par exemple pour un générateur de fréquences, l'étalonnage est lié à la stabilité de l'appareil et, par suite, son résultat est une fonction du temps et de la durée considérée pour l'établissement de moyennes.

exactitude; *accuracy*; *exactitud*

Degré de conformité d'une valeur mesurée ou calculée par rapport à sa définition (voir «incertitude»).

fidélité**; *resettability*; *reposicionabilidad*

Aptitude d'un dispositif à produire la même valeur lorsque les paramètres spécifiés sont réglés séparément dans des conditions d'emploi spécifiées.

Note — L'écart type est une mesure habituelle de fidélité.

fréquence*; *frequency*; *frecuencia*

Si T est la période d'un phénomène périodique, la fréquence est $f = 1/T$. En unités SI, la période est exprimée en secondes et la fréquence en hertz.

fréquence étalon; *standard frequency*; *frecuencia patrón*

Fréquence reliée d'une manière connue à celle d'un étalon de fréquence.

Note — Le terme fréquence étalon est souvent utilisé pour le signal dont la fréquence est une fréquence étalon.

fréquence normée; *normalized frequency*; *frecuencia normalizada*

Rapport entre la valeur réelle de la fréquence et sa valeur nominale.

horloge; *clock*; *reloj*

Appareil servant à la mesure du temps et/ou à l'affichage de l'heure.

horloge coordonnée; *coordinated clock*; *reloj coordinado*

Horloge synchronisée, dans des limites définies, avec une horloge de référence qui est localisée différemment dans l'espace. (Voir également le Rapport 439, qui traite du concept de temps-coordonnée.)

horloge primaire; *primary clock*; *reloj primario*

Etalon de temps qui fonctionne sans étalonnage extérieur (voir «étalon de temps»).

incertitude; *uncertainty*; *incertidumbre*

Limites de l'intervalle de confiance d'une grandeur mesurée ou calculée.

Note — La probabilité des limites de confiance doit être spécifiée, de préférence par un écart type.

instabilité de fréquence; *frequency instability*; *inestabilidad de frecuencia*

Changement de fréquence spontané et/ou causé par l'environnement au cours d'un intervalle de temps donné.

Note — On fait généralement la distinction entre des effets systématiques, tels que les effets d'une dérive de fréquence, et des fluctuations stochastiques de fréquence. On a développé des variances spéciales pour caractériser ces fluctuations. Les instabilités systématiques peuvent avoir pour origine: le rayonnement, la pression, la température, l'humidité, etc. Le résultat de la mesure de l'instabilité de fréquence dépend de la largeur de bande du système de mesure et/ou de la durée des échantillons, ou encore du temps d'intégration. Les instabilités aléatoires ou stochastiques sont caractérisées de façon spécifique dans le domaine-temps et/ou dans le domaine-fréquence (voir la Recommandation 538).

Selon le contexte, le terme «stabilité» est souvent employé à la place du terme «instabilité»; cet usage est acceptable.

* Cette définition diffère de celle du VEI, mais la Commission d'études 7 est d'avis qu'elle est plus appropriée pour le service des fréquences étalon et des signaux horaires.

** Ce terme remplace celui de «répétabilité» considéré comme impropre dans le cas des générateurs de fréquences et comme relevant des méthodes de mesure.

instant ; instant ; instante

Point dans le temps.

intervalle de temps ; time interval ; intervalo de tiempo

Durée entre deux instants.

jour julien modifié ; Modified Julian Day ; Día Juliano Modificado

Partie entière de la daté julienne modifiée.

lecture d'une échelle de temps ; time scale reading ; lectura de una escala de tiempo

Valeur lue sur une échelle de temps à un instant spécifique.

Note — La lecture d'une échelle de temps doit être qualifiée par la dénomination de l'échelle de temps (voir la Recommandation 536).

numéro de jour julien ; Julian Day number ; número de día juliano

Numéro d'un jour donné, pris dans une suite continue de jours qui a son origine à 12h00 UT le 1^{er} janvier de l'an 4713 avant J.-C. du calendrier julien proleptique (ce premier jour est le jour julien zéro).

Exemple: Le jour s'étendant de 1900 janvier 0,5 d UT à 1900 janvier 1,5 d UT a le numéro 2 415 020.

phase ; phase ; fase

Dans un phénomène périodique, décrit analytiquement par une fonction du temps (ou de l'espace), la phase désigne généralement tout état possible et distinct du phénomène proprement dit.

La phase peut être identifiée par l'intervalle de temps qui est compris entre l'apparition du phénomène et une référence donnée, cette durée devant être correctement désignée par «temps de phase» (on se contente souvent d'utiliser le mot «phase»). Si ce phénomène est sinusoïdal, la phase peut, en particulier, être spécifiée par l'angle ou par le temps, mesurés à partir d'une référence donnée, selon les dimensions attribuées à la période de référence (2π ou T).

Dans le service de diffusion des fréquences étalon et des signaux horaires, on étudie principalement les différences de temps de phase, c'est-à-dire les différences de temps entre deux phases données du même phénomène ou de deux phénomènes différents.

précision ; precision ; precisión

Degré de concordance dans une série de mesures individuelles; souvent mais pas nécessairement exprimée par l'écart type.

repère de temps ; time marker ; marca de tiempo

Signal de référence permettant d'assigner des dates sur une échelle de temps.

reproductibilité ; reproducibility ; reproductibilidad

- En ce qui concerne un ensemble de dispositifs indépendants, mais de même conception, c'est la possibilité que ces dispositifs produisent la même valeur.
- En ce qui concerne un seul dispositif mis en œuvre de façon répétée sans ajustement, c'est la possibilité que ce dispositif produise la même valeur.

Note — L'écart type est une mesure habituelle de l'absence de reproductibilité.

saut de temps ; time step ; salto de tiempo

Discontinuité dans une échelle de temps à un instant donné.

Note — Un saut de temps est positif (+) si la lecture de l'échelle de temps est augmentée, et négatif (–) si elle est diminuée à cet instant.

seconde intercalaire ; leap second ; segundo intercalar

Saut de temps intentionnel d'une seconde, servant à ajuster l'échelle UTC pour qu'elle concorde approximativement avec l'échelle UT1. Une seconde insérée s'appelle seconde intercalaire positive et une seconde omise s'appelle seconde intercalaire négative (voir la Recommandation 460).

service des fréquences étalon par satellite ; standard frequency-satellite service ; servicio de frecuencias patrón por satélite

Service de radiocommunications faisant usage de satellites de la Terre aux mêmes fins que le service terrestre des fréquences étalon.

service des signaux horaires par satellite; *time-signal satellite service*; *servicio de señales horarias por satélite*

Service de radiocommunications faisant usage de stations spatiales des satellites de la Terre aux mêmes fins que le service terrestre des signaux horaires.

stabilité de fréquence; *frequency stability*; *estabilidad de frecuencia*

Voir: «instabilité de fréquence».

station de fréquence étalon et/ou de signaux horaires; *standard frequency and/or time-signal station*; *estación de frecuencias patrón y/o señales horarias*

Station qui émet une fréquence étalon et/ou des signaux horaires.

synchronisme; *synchronism*; *sincronismo*

Voir «échelles de temps en synchronisme».

temps; *time*; *tiempo*

En français, le terme «temps» se rapporte au concept de la grandeur temps, aux échelles de temps, aux durées, au climat... et l'on ne peut pas le définir sans ambiguïté.

Note — En anglais le mot «time» est utilisé pour spécifier un instant (le moment — heure, minute, seconde — d'un jour) ou pour spécifier un intervalle de temps.

temps atomique international (TAI); *International Atomic Time*; *Tiempo Atómico Internacional*

Echelle de temps établie par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) sur la base des indications d'horloges atomiques fonctionnant dans divers établissements conformément à la définition de la seconde, unité de temps du Système international d'unités (SI).

temps-coordonnée; *coordinate-time*; *tiempo-coordenada*

Notion de temps correspondant à une trame particulière coordonnée, valable pour une région de l'espace avec potentiel de gravitation variable. (Voir le Rapport 439.)

Note — Une échelle de temps réalisée sur la base de la notion de temps-coordonnée est une échelle de temps-coordonnée.

Exemple: TAI est une échelle de temps-coordonnée ayant pour référence la surface du géoïde en rotation.

temps propre; *proper time*; *tiempo propio*

Heure locale indiquée par une horloge idéale dans un sens relativiste. (Voir le Rapport 439.)

Note — A ne pas confondre avec le temps-coordonnée qui suppose une théorie et des calculs.

Si une échelle de temps est établie à partir du temps propre, il s'agit d'une échelle de temps propre.

Exemples:

- a) pour le temps propre: la seconde est définie dans le temps propre de l'atome de césium;
- b) pour l'échelle de temps propre: échelle de temps produite dans un laboratoire et non transmise à l'extérieur de ce laboratoire.

temps universel (UT); *Universal Time*; *Tiempo Universal*

Le temps universel (UT) est la désignation générale d'échelles de temps fondées sur la rotation de la Terre. Dans des applications où l'on ne peut tolérer une imprécision de quelques dixièmes de seconde, il est nécessaire de spécifier la forme de UT, par exemple, UT1 qui est directement lié à la rotation de la Terre, comme l'explique la Recommandation 460.

temps universel coordonné (UTC); *Coordinated Universal Time**; *Tiempo Universal Coordinado*

Echelle de temps, maintenue par le BIPM et le Service international de la rotation terrestre (IERS), qui constitue la base d'une diffusion coordonnée des fréquences étalon et des signaux horaires (voir la Recommandation 460).

L'UTC a la même marche que le TAI, mais il en diffère par un nombre entier de secondes. On ajuste l'échelle de UTC par insertion ou omission de secondes (secondes intercalaires positives ou négatives) pour assurer sa concordance approximative avec l'échelle UT1.

* En anglais l'expression «Universal Time Coordinated» est équivalente.

unité d'une échelle de temps; *time scale unit; unidad de escala de tiempo*

Intervalle de temps élémentaire (par définition) d'une échelle de temps..

Note — A ne pas confondre avec l'unité d'une échelle de temps réalisée.

valeur nominale* ; *nominal value; valor nominal*

Valeur que l'on a spécifiée ou que l'on veut obtenir, indépendamment de toute incertitude de réalisation.

Note — Pour un dispositif qui réalise une grandeur physique, c'est la valeur spécifiée de cette grandeur. Il s'agit d'une valeur idéale, c'est-à-dire une valeur ne comportant pas de tolérance.

valeur normée; *normalized value; valor normalizado*

Rapport entre une valeur et sa valeur nominale.

Note 1 — Cette définition peut être utilisée en liaison avec les termes suivants: fréquence, écart de fréquence, différence de fréquence, dérive de fréquence, décalage de fréquence, etc.

Note 2 — A la place du terme «normé», on peut utiliser le terme «relatif» mais le terme «fractionnaire» doit être évité.

vieillesissement; *ageing; envejecimiento*

Variation systématique de fréquence avec le temps, due à des modifications internes de l'oscillateur.

Note — Il s'agit de la variation de fréquence en fonction du temps, alors que les facteurs externes à l'oscillateur (conditions ambiantes, alimentation en énergie, etc.) demeurent constants.

* Cette définition diffère de celle du VEI, mais la Commission d'études 7 est d'avis qu'elle est plus appropriée pour le service des fréquences étalon et des signaux horaires.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 7B: SPÉCIFICATIONS POUR LES SERVICES DE FRÉQUENCES ÉTALON
ET DE SIGNAUX HORAIRES

RECOMMANDATION 374-3

ÉMISSIONS DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES

(Question 1/7)

(1951-1953-1956-1959-1963-1966-1970-1974)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

a) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications, Genève, 1979, a attribué les fréquences $20 \text{ kHz} \pm 0,05 \text{ kHz}$, $2,5 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$ ($2,5 \text{ MHz} \pm 2 \text{ kHz}$ dans la Région 1), $5 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$, $10 \text{ MHz} \pm 5 \text{ kHz}$, $15 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$, $20 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ et $25 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ au service de fréquences étalon et de signaux horaires;

b) que cette même Conférence a attribué les fréquences suivantes aux services de fréquences étalon et de signaux horaires par satellite:

400,1 MHz \pm 25 kHz,
4202 MHz \pm 2 MHz (espace vers Terre),
6427 MHz \pm 2 MHz (Terre vers espace),
13,4 à 14,0 GHz (Terre vers espace),
20,2 à 21,2 GHz (espace vers Terre),
25,25 à 27,0 GHz (Terre vers espace),
30,0 à 31,3 GHz (espace vers Terre);

c) que des fréquences étalon et des signaux horaires supplémentaires sont émis dans d'autres bandes de fréquences;

d) que l'on doit tenir compte des dispositions de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications;

e) qu'il est nécessaire de poursuivre une coopération étroite entre la Commission d'études 7, l'Organisation maritime internationale (OMI), l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), la Conférence générale des poids et mesures (CGPM), et les Unions intéressées du Conseil international des unions scientifiques (CIUS),

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que la Commission d'études 7 poursuive l'étude d'un service mondial de fréquences étalon et de signaux horaires; qu'elle explore à cette fin les possibilités d'application de nouvelles techniques;

2. que les services existants de fréquences étalon et de signaux horaires fonctionnent conformément aux indications détaillées des Recommandations du CCIR;

3. que l'on intensifie les efforts pour réduire les brouillages mutuels entre les émissions faites sur les fréquences indiquées au point a);

4. que toutes les administrations envisagent l'emploi de nouvelles méthodes de diffusion des fréquences étalon et des signaux horaires avant de prévoir de nouvelles émissions dans les bandes 6 et 7.

RECOMMANDATION 375-2

**ÉMISSIONS DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES
DANS DE NOUVELLES BANDES DE FRÉQUENCES**

(Question 2/7)

(1959-1963-1966-1982)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) qu'il est nécessaire de réaliser, à de nombreuses fins, une synchronisation mondiale du temps avec une incertitude inférieure à 1 ms;
- b) que des comparaisons précises intercontinentales de la fréquence ont été réalisées grâce à l'utilisation des émissions d'une fréquence stable dans la bande 4;
- c) que des comparaisons de temps avec une incertitude d'environ 1 μ s sont possibles à des distances supérieures à 2000 km en utilisant des signaux à impulsions transmis par l'onde de sol;
- d) que la transmission en visibilité directe dans les bandes 8 et 9 et les signaux transmis principalement par l'onde de sol dans la bande 5 offrent le moyen de distribuer des signaux horaires et des fréquences étalon;
- e) que des comparaisons précises continentale et intercontinentale de la fréquence et du temps ont été réalisées grâce à l'utilisation de satellites;
- f) que de nouvelles méthodes de comparaison du temps et de la fréquence peuvent être mises au point à l'aide de techniques laser,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

- 1. que l'on fasse connaître les méthodes de mesure et les résultats acquis sur l'instabilité de phase le long du trajet dans les bandes 4 et 5;
- 2. qu'on utilise les possibilités offertes par les systèmes de navigation à émissions par impulsions propagées par l'onde de sol, en vue d'établir une synchronisation intercontinentale et si possible mondiale du temps;
- 3. que des stations appropriées existant dans les bandes 5 et 6 soient employées dans toute la mesure du possible, pour diffuser les fréquences étalon, leurs fréquences porteuses étant stabilisées avec une très haute précision;
- 4. que les stations de radiodiffusion sonore à modulation de fréquence et les stations de télévision actuellement exploitées dans les bandes 8 et 9, soient employées dans toute la mesure du possible pour diffuser des fréquences étalon et des signaux horaires susceptibles d'être ajoutés à la modulation actuelle ou d'utiliser cette dernière, (y compris la modulation de sous-porteuse), sans gêner le programme normal;
- 5. que les systèmes à satellites, qui ne sont pas essentiellement destinés au service des fréquences étalon et des signaux horaires, soient conçus de façon à donner, chaque fois que cela est possible, des renseignements sur les fréquences étalon et les signaux horaires pour permettre la transmission de signaux horaires.

RECOMMANDATION 376-1

**SUPPRESSION DES BROUILLAGES D'ORIGINE EXTÉRIEURE CAUSÉS
AUX ÉMISSIONS DU SERVICE DE FRÉQUENCES ÉTALON
DANS LES BANDES ATTRIBUÉES A CE SERVICE**

(Question 1/7)

(1959-1963-1966)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) l'importance et l'utilisation croissante des émissions de fréquences étalon et de signaux horaires dans les bandes attribuées à ce service;
- b) que les brouillages réduisent très fortement l'efficacité du service de fréquences étalon et de signaux horaires;
- c) que, malgré les efforts déployés par les administrations et l'IFRB pour libérer les bandes attribuées au service de fréquences étalon, il y subsiste quelques usagers enregistrés ainsi que de nombreuses émissions non notifiées, et que des brouillages continuent d'être causés au service de fréquences étalon.

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que les administrations et l'IFRB poursuivent leurs efforts pour libérer les bandes attribuées au service de fréquences étalon afin d'éviter des brouillages d'origine extérieure;
2. que, dans le territoire placé sous sa juridiction, chaque administration fasse tout son possible pour empêcher tous les usagers du spectre radioélectrique d'exploiter d'autres stations, dans les bandes de fréquences étalon, qui seraient susceptibles de provoquer des brouillages nuisibles pour le service de fréquences étalon;
3. que les stations nationales de contrôle recherchent systématiquement les stations extérieures qui provoquent des brouillages dans les bandes de fréquences étalon et fassent tout leur possible pour identifier chaque station brouilleuse, en ayant recours, au besoin, à une coopération internationale;
4. que, dans chaque cas de brouillage d'origine extérieure, les usagers des émissions de fréquences étalon demandent au service de contrôle de leur propre pays d'identifier la station perturbatrice;
5. que, dans les cas où le service des fréquences étalon subit des brouillages d'origine extérieure, les administrations appliquent les dispositions des Articles 18, 19, 21 et 22 du Règlement des radiocommunications, et, au besoin, adressent à l'IFRB une copie de la correspondance échangée à ce sujet;
6. que, si des brouillages sont observés, même si leur origine est incertaine, les représentants des administrations auprès de la Commission d'études 7 échangent des renseignements provenant des usagers des émissions de fréquences étalon et de signaux horaires, ainsi que du service de contrôle, afin de permettre ultérieurement l'identification de ces brouilleurs.

RECOMMANDATION 457-1

UTILISATION DE LA DATE JULIENNE MODIFIÉE PAR LES SERVICES
DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES

(Question 1/7)

(1970-1974)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que, pour identifier les dates, il est souhaitable que l'on dispose d'un comptage décimal des jours associé à l'utilisation, en radioélectricité, de signaux horaires et de codes horaires;
- b) qu'un comptage décimal des jours rapporté au temps universel, la «date julienne» (DJ), est établi depuis longtemps pour la fixation de la date en astronomie, en chronologie et dans les sciences connexes;
- c) que l'on a besoin d'un comptage décimal des jours dans lequel le début d'un jour soit fixé à 00h00 et non à 12h00, comme c'est le cas pour la date julienne;
- d) que l'on a besoin d'un comptage décimal des jours, notamment pour l'associer aux échelles de temps UTC et TAI;
- e) qu'il faut éviter une prolifération de systèmes différents d'indication de la date;
- f) qu'un simple passage de la date julienne mentionnée ci-dessus à un système moderne de comptage décimal des jours serait avantageux;
- g) qu'il convient de maintenir sans discontinuité le système de la «date julienne» dans lequel le début du jour est fixé à midi du méridien de Greenwich;
- h) que l'on utilise d'ores et déjà une «date julienne modifiée» (DJM) qui satisfait aux conditions susmentionnées,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. qu'on utilise, chaque fois que cela est nécessaire, pour les besoins modernes en matière de garde du temps et d'indication de la date, un comptage décimal des jours dans lequel le jour civil serait compté à partir de 00h00 TAI, UTC ou UT et serait spécifié au moyen de 5 chiffres décimaux;
2. que cette «date julienne modifiée» (DJM) soit égale à la date julienne diminuée de 2 400 000,5 et, par conséquent, aurait son origine à 00h00 UT le 17 novembre 1858 dans le cas de l'échelle de temps UT.

RECOMMANDATION 458-2

COMPARAISONS INTERNATIONALES D'ÉCHELLES DE TEMPS ATOMIQUE

(Question 1/7)

(1970-1978-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) la nécessité de comparer entre elles les échelles de temps atomique locales indépendantes conservées par les divers laboratoires et observatoires;
- b) la nécessité de communiquer des données claires et précises, et dans un délai minimal, afin de faciliter les travaux du Bureau international des poids et mesures (BIPM) pour la formation du Temps atomique international,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que, lorsqu'un laboratoire ou observatoire «k» conserve à la fois un temps atomique local indépendant et une approximation du temps universel coordonné, désignés ici par TA(k) et UTC(k), le laboratoire ou l'observatoire publie l'expression numérique de la différence TA(k) – UTC(k) pour chaque période de validité;
2. que des repères de temps présentant un écart négligeable par rapport à UTC(k) soient immédiatement accessibles;
3. que les comparaisons de temps publiées soient rapportées à UTC(k);
4. que les comparaisons de phase publiées soient rapportées à UTC(k);
5. que les publications d'instant d'émission de signaux horaires, émis conformément au système UTC, soient rapportées à UTC(k):
 - 5.1 dans le cas d'une émission de signaux horaires directement engendrés par le laboratoire ou l'observatoire «k», le retard mesuré entre les signaux horaires et le UTC(k) soit publié;
 - 5.2 dans le cas d'une émission de signaux horaires engendrés par une horloge à la station émettrice, et mesurés au laboratoire ou à l'observatoire «k», on indique explicitement si les temps publiés par rapport à UTC(k) se rapportent à l'émission ou à la réception, et quelles sont les corrections qui ont été appliquées ou qui doivent l'être pour tenir compte du temps de propagation dû au trajet radioélectrique et au récepteur;
6. que tous les laboratoires ou observatoires ne se conformant pas au système UTC, mais désirant prendre part aux comparaisons internationales et à l'élaboration du Temps atomique international, publient des détails compatibles, dans la mesure du possible, avec les principes énoncés dans les § 1 à 5.

RECOMMANDATION 460-4

ÉMISSIONS DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES

(Question 1/7)

(1970-1974-1978-1982-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979) a attribué aux services des fréquences étalon et des signaux horaires les fréquences suivantes: 20 kHz \pm 0,05 kHz, 2,5 MHz \pm 5 kHz (2,5 MHz \pm 2 kHz dans la Région 1), 5 MHz \pm 5 kHz, 10 MHz \pm 5 kHz, 15 MHz \pm 10 kHz, 20 MHz \pm 10 kHz et 25 MHz \pm 10 kHz;
- b) que des fréquences étalon et des signaux horaires supplémentaires sont émis dans d'autres bandes de fréquences;
- c) qu'il y a lieu de tenir compte des dispositions de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications;
- d) qu'une collaboration étroite de la Commission d'études 7 avec l'Organisation maritime internationale (OMI), l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), la Conférence générale des poids et mesures (CGPM), le Bureau international des poids et mesures (BIPM) et le Service international de la rotation terrestre (IERS), ainsi qu'avec les membres intéressés du Conseil international des unions scientifiques (CIUS) continue d'être nécessaire;
- e) qu'il est souhaitable de maintenir une coordination mondiale des émissions de fréquences étalon et de signaux horaires;
- f) qu'il est nécessaire de diffuser des fréquences étalon et des signaux horaires, conformément à la définition de la seconde, telle qu'elle a été donnée par la 13^e Conférence générale des poids et mesures (1967);
- g) que le besoin de disposer immédiatement du temps universel (UT) à une précision d'un dixième de seconde continue de se faire sentir,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que toutes les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires soient aussi étroitement que possible conformes au temps universel coordonné (UTC) (voir l'Annexe I); que les signaux horaires ne s'écartent pas de l'UTC de plus d'une milliseconde; que les fréquences étalon ne dévient pas de plus de 1×10^{-10} ; que les signaux horaires émis par chaque station comportent une relation connue avec la phase de l'onde porteuse;
2. que toutes les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires, y compris les autres émissions de signaux horaires destinées à des applications scientifiques (à l'exception des émissions éventuellement destinées à des systèmes spéciaux), contiennent des informations sur la différence entre UT1 et UTC (voir les Annexes I et II);
3. que la présente Recommandation soit transmise par le Directeur du CCIR à toutes les administrations des Membres de l'UIT, ainsi qu'à l'OMI, à l'OACI, à la CGPM, au BIPM, à l'IERS, à l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI), à l'Union radioscopique internationale (URSI) et à l'Union astronomique internationale (UAI);
4. que les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires satisfassent aux dispositions des § 1 et 2 ci-dessus à partir du 1^{er} janvier 1975.

ANNEXE I

ÉCHELLES DE TEMPS

A. Temps universel (UT)

Le temps universel (UT) est la désignation générale d'échelles de temps fondées sur la rotation de la Terre.

Dans les applications où l'on ne peut tolérer des erreurs de quelques centièmes de seconde, il est nécessaire de spécifier la forme de UT qui doit être utilisée:

UT0 est le temps solaire moyen du méridien origine, qu'on obtient par l'observation astronomique directe;

UT1 est UT0 corrigé des effets des petits mouvements de la Terre par rapport à son axe de rotation (variation polaire);

UT2 est UT1 corrigé des effets d'une petite fluctuation saisonnière dans la vitesse de rotation de la Terre;

UT1 est le temps utilisé dans le présent document, parce qu'il correspond directement à la position angulaire de la Terre autour de son axe de rotation diurne. (TMG ou GMT peuvent être considérés comme équivalents généraux de UT.)

Les définitions précises des termes ci-dessus et les concepts invoqués sont disponibles dans le glossaire de la publication annuelle «*The Astronomical Almanac*» (US Govt. Printing Office, Washington DC et H.M. Stationery Office, Londres).

B. Temps atomique international (TAI)

L'échelle de temps atomique (TAI) qui sert de référence internationale sur la base de la seconde (SI) au niveau de la mer, est établie par le Bureau international des poids et mesures à partir de données d'horloge fournies par des établissements coopérants. Elle se présente sous la forme d'une échelle continue, exprimée en jours, heures, minutes et secondes, à partir de son origine, le 1^{er} janvier 1958; elle a été adoptée par la CGPM en 1971.

C. Temps universel coordonné (UTC)

UTC est l'échelle de temps maintenue par le BIPM, avec la participation l'IERS, qui constitue la base d'une diffusion coordonnée des fréquences étalon et des signaux horaires. Il a la même marche que le temps atomique international (TAI), mais il en diffère d'un nombre entier de secondes.

L'échelle de UTC s'ajuste par insertion ou omission de secondes (secondes intercalaires positives ou négatives) dans la mesure nécessaire pour assurer sa concordance approximative avec l'échelle de UT1.

D. DUT1

On représente par DUT1 la valeur de la différence prévue entre les échelles UT1 et UTC telles qu'elles sont diffusées avec les signaux horaires. On a donc: $DUT1 \approx UT1 - UTC$. DUT1 peut être considéré comme une correction qu'il convient d'ajouter à l'échelle UTC pour obtenir une meilleure approximation de UT1.

Les valeurs de DUT1 sont données par l'IERS, sous forme de multiples entiers de 0,1 s.

Les règles d'exploitation suivantes sont appliquées:

1. Tolérances

1.1 La valeur de DUT1 ne devrait pas dépasser 0,8 s,

1.2 l'écart de UTC par rapport à UT1 ne devrait pas dépasser $\pm 0,9$ s (voir la Note),

1.3 l'écart de (UTC plus DUT1) par rapport à UT1 ne devrait pas dépasser $\pm 0,1$ s.

Note — La différence entre la valeur maximale de DUT1 et l'écart maximal de UTC par rapport à UT1 représente l'écart admissible de (UTC + DUT1) par rapport à UT1; elle constitue pour l'IERS une protection contre des variations imprévisibles de la vitesse de rotation de la Terre.

2. Secondes intercalaires

2.1 Une seconde intercalaire positive ou négative devrait être la dernière seconde d'un mois de UTC, de préférence en premier lieu à la fin de décembre et de juin et en second lieu à la fin de mars et de septembre.

2.2 Une seconde intercalaire positive commence à 23h 59m 60s et se termine à 0h 0m 0s du premier jour du mois suivant. Dans le cas d'une seconde intercalaire négative, 23h 59m 58s sera suivi, une seconde plus tard, par 0h 0m 0s du premier jour du mois suivant (voir Annexe III).

2.3 L'IERS devrait décider de l'introduction d'une seconde intercalaire et annoncer sa date; une telle annonce devrait être faite au moins 8 semaines à l'avance.

3. Valeur de DUT1

3.1 L'IERS est prié de fixer la valeur de DUT1 ainsi que sa date d'introduction et de diffuser ces renseignements un mois à l'avance. Dans des cas exceptionnels de changement brusque dans la vitesse de rotation de la Terre, l'IERS peut publier l'annonce d'une correction au plus tard deux semaines avant sa date d'introduction.

3.2 Les administrations et les organisations sont priées d'utiliser la valeur DUT1 de l'IERS dans les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires, et de la faire connaître aussi largement que possible par l'intermédiaire de publications périodiques, bulletins, etc.

3.3 Quand DUT1 est diffusé par code, le code (sous réserve du § 3.5 ci-après) doit être conforme aux principes suivants:

- la valeur absolue de DUT1 est fixée par le nombre de repères de seconde marqués et son signe est fixé par la position de ces repères par rapport au repère de minute. L'absence de repère de seconde marqué signifie que $DUT1 = 0$;
- l'information codée doit être émise après chaque minute identifiée si cela est compatible avec le format de l'émission. Dans le cas contraire, l'information codée doit être émise (minimum absolu) après chacune des cinq premières minutes identifiées de chaque heure.

Les détails sur le code sont donnés dans l'Annexe II.

3.4 DUT1 peut encore être indiqué à la voix ou en code morse.

3.5 L'annonce de DUT1 peut être donnée dans un code différent, si elle est essentiellement destinée à un décodeur automatique et utilisée par un tel appareil, mais elle doit de toute façon être émise après chaque minute identifiée si cela est compatible avec le format de l'émission. Dans le cas contraire, l'information codée doit être émise (minimum absolu) après chacune des cinq premières minutes identifiées de chaque heure.

3.6 Toute autre information, éventuellement émise dans la partie de l'émission du signal horaire mentionnée aux § 3.3 et 3.5 et relative à l'information codée sur DUT1, doit avoir un format suffisamment différent de manière à n'être pas confondue avec DUT1.

3.7 De plus, la différence UT1 - UTC peut être fournie au même degré de précision ou à une précision supérieure par d'autres procédés, par exemple en code morse ou à la voix, par messages associés aux bulletins maritimes ou aux prévisions météorologiques, etc.; les annonces des secondes intercalaires à venir peuvent aussi être faites par ces procédés.

3.8 L'IERS est prié de continuer à publier après coup les valeurs définitives des différences UT1 - UTC et UT2 - UTC.

ANNEXE II

CODE POUR LA TRANSMISSION DE DUT1

Une valeur positive de DUT1 sera indiquée par le marquage d'un nombre (n) de repères de seconde consécutifs, après le repère de minute, à partir du repère de seconde un jusqu'au repère de seconde n inclus, n étant un nombre entier au plus égal à 8.

$$DUT1 = (n \times 0,1) \text{ s}$$

Une valeur négative de DUT1 sera indiquée par le marquage d'un nombre (m) de repères de seconde consécutifs, après le repère de minute, à partir du repère de seconde neuf jusqu'au repère de seconde $(8 + m)$ inclus, m étant un nombre entier au plus égal à 8.

$$DUT1 = -(m \times 0,1) \text{ s}$$

Une valeur nulle de DUT1 sera indiquée par l'absence de repère de seconde marqué.

Les repères de seconde appropriés seront marqués, par exemple, par l'allongement, le doublement, la division en deux, ou la modulation des repères de seconde normaux.

Exemples:

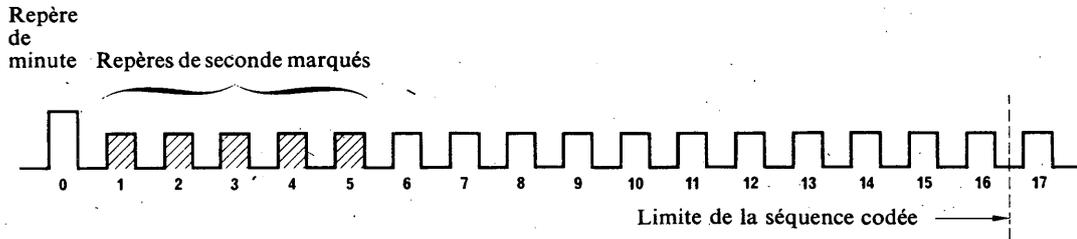


FIGURE 1

$DUT1 = +0,5 s$

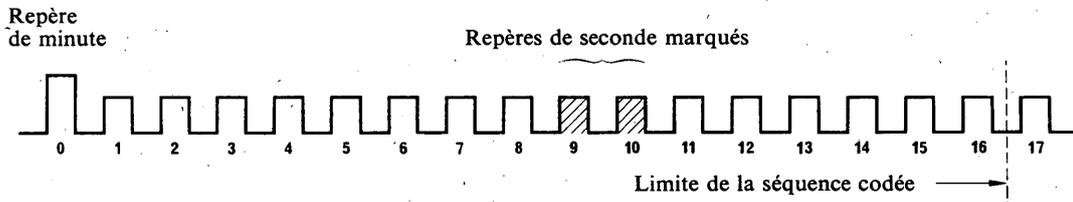


FIGURE 2

$DUT1 = -0,2 s$

ANNEXE III

ATTRIBUTION DE DATES A DES ÉVÉNEMENTS AU VOISINAGE D'UNE SECONDE INTERCALAIRE

L'attribution de dates aux événements qui se produisent au voisinage d'une seconde intercalaire se fera comme l'indiquent les exemples ci-dessous:

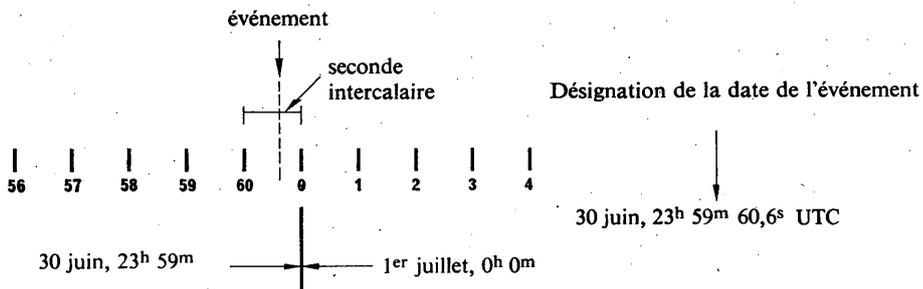


FIGURE 3 – Seconde intercalaire positive

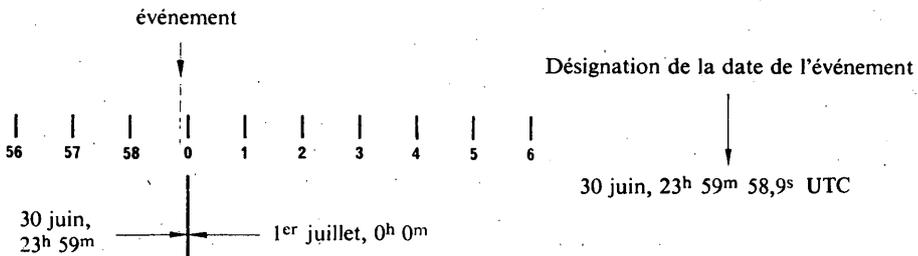


FIGURE 4 – Seconde intercalaire négative

RECOMMANDATION 485-2

**UTILISATION D'ÉCHELLES DE TEMPS DANS LES SERVICES
DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES**

(Question 1/7)

(1974-1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a)* que l'échelle de temps atomique international a été définie par la Conférence générale des poids et mesures en 1971;
- b)* que, conformément à la Recommandation 460, l'échelle de temps UTC est couramment acceptée depuis 1972;
- c)* que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979) a décidé que l'UTC doit être utilisé dans les activités internationales relevant des radiocommunications;
- d)* que l'UTC et le TAI sont étroitement liés et ne diffèrent que d'un nombre entier connu de secondes;
- e)* que les laboratoires du service des signaux horaires devraient, conformément à la Recommandation 458, rapporter les indications de dates à leur propre échelle UTC(k),

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les données relatives au temps soient publiées chaque fois que cela est possible par référence au temps universel coordonné (UTC) ou au temps atomique international (TAI).

RECOMMANDATION 486-1 *

RÉFÉRENCE A L'ÉCHELLE DE TEMPS ATOMIQUE INTERNATIONAL POUR LES GÉNÉRATEURS ET LES ÉMISSIONS DE FRÉQUENCE COMMANDÉS AVEC PRÉCISION

(Question 3/7)

(1974-1978)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que, pour l'utilisateur, les données concernant l'erreur d'une émission de fréquences étalon et de signaux horaires sont d'une grande importance;
- b) que l'échelle de temps atomique international (TAI) est d'une très grande importance en tant que référence pour les comparaisons de temps et de fréquence;
- c) que, bien souvent, il est techniquement possible de régler le rayonnement d'une fréquence étalon d'une manière telle que les variations de phase par rapport au TAI (ou au temps universel coordonné UTC) restent comprises dans les limites d'une tolérance étroite $\pm \Delta t$, faible par rapport à la période de la fréquence porteuse;
- d) que la fréquence TAI et la fréquence UTC sont identiques;
- e) qu'il existe des appareils capables de recevoir plusieurs émissions presque synchrones, ce qui permet de passer de l'une à l'autre en cas d'interruption d'un émetteur;
- f) qu'il est nécessaire pour les systèmes électroniques de disposer de fréquences de référence universellement acceptées;
- g) qu'il est très nécessaire de disposer de fréquences de plus en plus stables, particulièrement en ce qui concerne les transmissions de données;
- h) que de nombreux nouveaux systèmes électroniques commandés avec précision (par exemple ceux qui sont commandés par des générateurs de fréquence atomiques) entrent maintenant en service;
- j) qu'il est plus facile de coordonner ces systèmes s'ils utilisent une fréquence de référence commune,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que l'on utilise une fréquence liée à l'UTC (voir la Recommandation 460) comme référence pour les émissions de fréquences étalon;
2. que l'on exprime les données concernant la précision de la fréquence étalon par référence à la fréquence liée à l'UTC sous forme de la moyenne de la différence relative de fréquence prise sur 10 jours au moins;
3. que l'intervalle de temps $\pm \Delta t$ dans lequel la phase de fréquence étalon peut varier par rapport au temps UTC soit spécifié pour chaque émission à ondes kilométriques ou myriamétriques, et que les valeurs de Δt soient publiées par les administrations responsables des services de fréquences étalon et de signaux horaires;
4. que la fréquence UTC soit également utilisée comme la référence ultime pour les autres systèmes électroniques.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter la présente Recommandation à l'attention du CCITT.

RECOMMANDATION 535-1 *

EMPLOI DU TERME UTC

(Question 1/7)

(1978-1982)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que la Recommandation 460 recommande que les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires soient conformes au temps universel coordonné (UTC);
- b) que l'UTC est disponible depuis 1972 comme référence de temps universelle;
- c) que la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) a recommandé en 1975 l'utilisation de l'UTC comme base pour le temps civil;
- d) que d'autres organismes scientifiques, en particulier l'Union astronomique internationale (UAI) et l'Union radioscopique internationale (URSI), ont recommandé l'emploi généralisé de l'UTC;
- e) que l'UTC permet de déterminer l'heure des événements avec une incertitude de 1 μ s;
- f) que selon la Recommandation 536 et la recommandation de la Conférence générale des poids et mesures, l'appellation UTC doit être utilisée dans toutes les langues;
- g) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979) a décidé que l'UTC doit être utilisé dans les activités internationales relevant des radiocommunications,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que l'UTC soit appliqué à la désignation de l'heure dans toutes les autres activités internationales relevant des télécommunications et dans tous les documents officiels de l'Union internationale des télécommunications.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter la présente Recommandation à l'attention du Groupe mixte consultatif de l'Institut de navigation (JAG/ION), de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), de l'Organisation maritime internationale (OMI), de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et de l'Union astronomique internationale (UAI).

RECOMMANDATION 536

NOTATIONS A UTILISER POUR DÉSIGNER LES ÉCHELLES DE TEMPS

(Question 1/7)

(1978)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) qu'il convient, pour désigner les échelles de temps, d'utiliser des notations indépendantes de la langue;
- b) que la XIV^e Conférence générale des poids et mesures (CGPM), qui s'est tenue en octobre 1971, a défini le Temps atomique international avec la désignation TAI;
- c) que la XV^e Conférence générale des poids et mesures, qui s'est tenue en mai 1975, a recommandé l'emploi du Temps universel coordonné avec la désignation UTC,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que, pour toutes les catégories de temps atomique, on utilise dans toutes les langues les notations ci-après, qui sont cohérentes avec TAI:

TAI: Temps atomique international élaboré par le BIPM;

TA: temps atomique; désignation générale d'une variable de temps qui peut être réalisée à partir d'une transition atomique ou moléculaire;

TA(k): échelle de temps atomique, réalisée par l'institut «k»;

2. que, pour toutes les catégories de Temps universel, on utilise dans toutes les langues les notations ci-après, qui sont cohérentes avec UTC:

UT: Temps universel;

UTC: Temps universel coordonné; cette échelle de temps est élaborée par le BIPM et l'IERS, selon la Recommandation 460;

UTC(k): échelle de temps réalisée par l'institut «k» et maintenue en concordance étroite avec UTC;

DUT1: différence prévue UT1 – UTC, diffusée par les signaux horaires.

Note – Le Directeur du CCIR est prié de porter cette Recommandation à la connaissance de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), de l'Organisation maritime internationale (OMI), de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) ainsi que de l'Union radio-scientifique internationale (URSI), de l'Union astronomique internationale (UAI), de l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI), de l'Union internationale de physique pure et appliquée (UIPPA), du Bureau international des poids et mesures (BIPM), du Service international de la rotation terrestre (IERS), de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et de l'Association Internationale des Instituts de Navigation (IAIN).

ANNEXE I

1. S'il y a risque de confusion, on pourra utiliser la notation UTC (BIPM) au lieu de UT.
2. Les diverses formes de UT sont énumérées dans l'Annexe I à la Recommandation 460.
3. Sauf pour TA, qui est fondé sur un principe et non sur une échelle de temps particulière, les notations peuvent servir également à caractériser des instants et des différences entre échelles de temps.

Exemples:

- 1) 1975 janvier 1, 0h UTC
 - 2) TAI – UTC = 14 s, 1975 juillet 1, 0h UTC
 - 3) UTC(k) – UTC = 1 μ s, 1976 février 24, 0h UTC
4. TAI et UTC sont évalués à posteriori; on peut les obtenir uniquement par voie de corrections (publiées par le BIPM) appliquées à des échelles de temps existantes (réalisées), telles que TA(k) ou UTC(k), y compris par extrapolation.
 5. Aux termes de la Recommandation 458, UTC(k) doit être une échelle de temps réalisée.
-

RECOMMANDATION 685*

SYNCHRONISATION INTERNATIONALE DES ÉCHELLES DE TEMPS UTC

(Question 1/7)

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a)* qu'aux termes de la Recommandation 460, il suffit que les émissions de signaux horaires soient synchronisées avec l'UTC à ± 1 ms près, tout en étant cependant «aussi étroitement que possible» conformes à l'UTC;
- b)* que l'UTC(k) de chaque centre horaire doit être étroitement conforme à l'UTC (Recommandation 536);
- c)* que l'absence de synchronisation entre les échelles de temps UTC(k), qui se situe typiquement au niveau de quelques microsecondes, est source de confusion et de difficulté pour certains utilisateurs;
- d)* qu'il y a un nombre croissant d'utilisateurs de systèmes de communications, de navigation, de radioastronomie et de géodésie qui ont besoin d'une synchronisation mondiale au niveau de quelques nanosecondes,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que chaque centre horaire, dans les limites de ses caractéristiques de fonctionnement, cherche à perfectionner ses méthodes, ses techniques d'asservissement numériques et ses algorithmes pour synchroniser son UTC(k) avec l'UTC, étant entendu qu'une microseconde est un objectif souhaitable;
2. que les centres horaires continuent à améliorer la stabilité à long terme de leurs horloges et les méthodes associées utilisées pour engendrer leur UTC(k);
3. que les centres horaires, en synchronisant leur UTC(k), cherchent à coordonner leurs efforts avec le BIPM.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter la présente Recommandation à l'attention du Directeur du CCITT, du Président du CIPM et du Directeur du BIPM.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 7C: SYSTÈMES POUR LA DISSÉMINATION ET LES COMPARAISONS

RECOMMANDATION 582-1

DIFFUSION ET COORDINATION DE SIGNAUX DE RÉFÉRENCE DE TEMPS
ET DE FRÉQUENCE PAR SATELLITE

(Question 2/7)

(1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que l'application des signaux de référence de temps et de fréquence à des domaines tels que la navigation, les télécommunications et l'exploration de l'espace nécessite l'amélioration des services diffusant de tels signaux quant à leur couverture, à leur exactitude et à la fiabilité de la réception de leurs signaux;
- b) qu'il est souvent impossible d'améliorer substantiellement les services de diffusion et de coordination de signaux de référence de temps et de fréquence en exploitation de Terre, pour des raisons pratiques d'ordre technique ou économique;
- c) que de telles limitations entraînent l'élimination de certains de ces services qui fonctionnent sur ondes décimétriques;
- d) que des essais ont prouvé, par les résultats obtenus dès maintenant, qu'en utilisant une technique par satellite pour diffuser et synchroniser les signaux de référence de temps et de fréquence, on peut améliorer très sensiblement l'exactitude, la précision, la couverture, la fiabilité et la commodité d'exploitation de ces services;
- e) que les systèmes à satellites et les véhicules qu'on pourrait employer pour transmettre les signaux de référence de temps et de fréquence sont de plus en plus nombreux;
- f) qu'au cours des prochaines années on pourra mettre à l'épreuve, avec de nombreuses occasions de participation pour des laboratoires de temps et de fréquence, des systèmes à satellites ou d'autres moyens spatiaux intéressants pour la diffusion et la coordination de signaux de référence de temps et de fréquence, notamment le LASSO, des satellites de télévision, des satellites de télécommunication, des satellites météorologiques, le système mondial de positionnement (GPS) et le TRANSIT;
- g) que de nombreuses expériences de transmission de signaux de référence de temps et de fréquence par satellite ont déjà montré qu'il est avantageux d'équiper d'une station terrienne réceptrice propre chacun des laboratoires de temps et de fréquence, afin d'éliminer les causes d'incertitude inhérentes aux liaisons auxiliaires de transfert du temps;
- h) que le Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS), dans sa déclaration S1 (1989), a demandé au BIPM de coordonner l'utilisation des liaisons bidirectionnelles par satellite, en vue d'obtenir un transfert précis et exact du temps,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que les organismes de diffusion et de coordination, et les organismes utilisateurs de signaux de référence de temps et de fréquence participent dans la mesure du possible aux expériences menées pour évaluer les améliorations relatives apportées par les diverses techniques à satellite à la transmission de ces signaux;
2. que les laboratoires de temps et de fréquence s'équipent, dans la mesure du possible, de leurs propres stations terriennes réceptrices (et, le cas échéant, émettrices);
3. que l'organisateur de tout nouveau service de diffusion ou de coordination de signaux de référence de temps et de fréquence envisage sérieusement d'utiliser une technique par satellite.

RECOMMANDATION 583-1

CODES HORAIRES

(Question 7/7)

(1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que, dans de nombreuses branches de la science et de la technique, il est nécessaire de lier les événements à une référence de temps obligeant à connaître la date (année, mois, jour) et l'heure;
- b) que ces renseignements peuvent être transmis sous forme codée à des débits binaires relativement faibles;
- c) que les largeurs de bande nécessaires à la transmission de ces renseignements codés sont relativement faibles, ce qui permet une utilisation économique du spectre et de recevoir ces renseignements avec une fiabilité améliorée;
- d) que ces codes sont de plus en plus utilisés et peuvent être diffusés par des services de radiodiffusion à modulation d'amplitude et de fréquence dans des voies de données appropriées, sans nuire à la qualité du service primaire;
- e) qu'il importe que ces sources de référence horaire soient conformes aux normes applicables aux émissions de signaux horaires (voir la Recommandation 460);
- f) que l'on produit commercialement des horloges radiocommandées peu onéreuses, exploitées dans les services de la bande 5, pour des utilisations publiques et privées,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que la diffusion de ce type de signaux horaires soit encouragée;
 2. que de nouveaux services soient proposés dans les régions qui ne sont pas desservies de façon adéquate et, par ailleurs, que les émetteurs existants soient utilisés pour la diffusion des codes horaires;
 3. que, si un code horaire est opérationnel, il soit fait en sorte que sa précision soit conforme à la norme définie par la Recommandation 460, c'est-à-dire que le temps diffusé ne diffère pas de l'UTC de plus d'une milliseconde;
 3. que, en cas d'introduction d'un nouveau service de diffusion de codes horaires, il soit fait en sorte que son format (codage et modulation) soit conforme à un service existant, lorsque cela est possible (voir le Rapport 578).
-

RECOMMANDATION 537

RÉDUCTION DES BROUILLAGES MUTUELS ENTRE ÉMISSIONS DU SERVICE DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES SUR LES FRÉQUENCES QUI LEUR SONT ATTRIBUÉES DANS LES BANDES 6 ET 7

(Programme d'études 1A/7)

(1978)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) les dispositions de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications;
- b) que les brouillages mutuels entre émissions du service de fréquences étalon et de signaux horaires font l'objet d'études permanentes;
- c) que l'on aura probablement besoin de nouvelles stations d'émission de fréquences étalon et de signaux horaires dans les bandes 6 et 7, dans les régions du monde encore mal desservies;
- d) que les caractéristiques principale de l'ionosphère peuvent être simulées de manière satisfaisante,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que l'on applique les dispositions de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications pour améliorer la coordination et pour éliminer les cas de brouillage éventuels;
 2. que, dans les cas où il existe actuellement des brouillages mutuels, l'IFRB, à la demande conjointe des administrations intéressées, entreprenne des études de simulation pour déterminer si l'on peut mettre en œuvre une solution compatible par partage des fréquences et du temps;
 3. que, pour l'exécution de ces études, des renseignements complets sur toutes les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires: puissance fournie à l'antenne, configuration et orientation de l'antenne, hauteur de l'antenne au-dessus du sol, caractéristiques du sol, etc., soient communiqués à l'IFRB.
-

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 7D: CARACTÉRISATION DES SOURCES ET DE LA FORMATION
DES ÉCHELLES DE TEMPS

RECOMMANDATION 538-1*

MESURES DE LA STABILITÉ DE FRÉQUENCE ET DE PHASE

(Question 3/7)

(1978-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) qu'il convient d'utiliser un langage approprié pour communiquer les caractéristiques de stabilité des sources de fréquences étalon;
- b) que les principaux laboratoires, observatoires, industriels et utilisateurs ont déjà adopté certaines recommandations du Sous-comité sur la stabilité de fréquence du Comité technique sur la fréquence et le temps de la Société de l'IEEE sur l'instrumentation et la mesure, et considérant l'existence de la Norme N° 1139-1988 de l'IEEE: «Définitions normalisées de l'IEEE, Grandeurs physiques pour la métrologie fondamentale des fréquences et du temps»;
- c) que les mesures de stabilité de fréquence doivent reposer sur des principes théoriques solides, commodes à appliquer et faciles à interpréter directement;
- d) qu'il est souhaitable d'avoir des mesures de stabilité qui puissent être obtenues avec une instrumentation simple.

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

1. que les instabilités aléatoires des signaux de fréquences étalon soient caractérisées par les mesures statistiques $S_y(f)$, $S_\phi(f)$ ou $S_x(f)$, et $\sigma_y(\tau)$ définies ci-dessous:
- 1.1 dans le domaine fréquentiel, la mesure des instabilités de fréquence normées $y(t)$ est $S_y(f)$; c'est-à-dire la densité spectrale unilatérale ($0 < f < \infty$) des instabilités de fréquence normées de fréquence normées $y(t) = (v(t) - v_0)/v_0$ où $v(t)$ est la fréquence porteuse instantanée et v_0 sa valeur nominale;
- 1.2 dans le domaine fréquentiel, la mesure des instabilités de phase $\phi(t)$ est $S_\phi(f)$, c'est-à-dire la densité spectrale unilatérale ($0 < f < \infty$) des instabilités de phase $\phi(t)$ à une fréquence de Fourier f ;
- 1.3 dans le domaine fréquentiel, la mesure des instabilités de phase exprimées en unités de temps (phase-temps) $x(t)$ est $S_x(f)$; c'est-à-dire la densité spectrale unilatérale ($0 < f < \infty$) des instabilités de phase-temps $x(t)$, où $x(t) = \phi(t)/2\pi v_0$; $x(t)$ étant lié à $y(t)$ par $y(t) = dx(t)/dt$;
- 1.4 les relations entre ces densités spectrales sont données ci-dessous:

$$S_y(f) = \frac{f^2}{v_0^2} S_\phi(f) = 4\pi^2 f^2 S_x(f) \quad (1)$$

Les dimensions de $S_y(f)$, $S_\phi(f)$ et $S_x(f)$ sont respectivement: Hz^{-1} , $\text{Rad}^2\text{Hz}^{-1}$ et s^2Hz^{-1} ;

- 1.5 la mesure des instabilités de fréquence normées $y(t)$ est, dans le domaine temporel, l'écart type à deux échantillons $\sigma_y(\tau)$ défini dans l'Annexe I;

* Voir le Rapport 580 pour plus de détails.

2. que, en présentant des mesures statistiques d'instabilité de fréquence, les phénomènes non aléatoires doivent être reconnus, par exemple:

2.1 toute dépendance temporelle observée dans les mesures statistiques doit être explicitée;

2.2 la méthode de mesure des variations systématiques doit être spécifiée (par exemple: une évaluation de la dérive de fréquence linéaire a été obtenue à partir des coefficients d'une régression linéaire selon la méthode des moindres carrés, avec M mesures de fréquence, chacune étant effectuée pendant une durée τ et avec une largeur de bande f_h spécifiée);

2.3 les sensibilités aux conditions ambiantes doivent être explicitées (par exemple: la dépendance de la fréquence et/ou de la phase en fonction de la température, du champ magnétique, de la pression atmosphérique, etc.);

3. que, en présentant toute mesure de stabilité de fréquence, tous les paramètres pertinents doivent être spécifiés:

3.1 méthode de mesure;

3.2 caractéristiques du signal de référence;

3.3 fréquence nominale ν_0 du signal;

3.4 largeur de bande f_h du système de mesure ainsi que la forme de la réponse du filtre passe-bas correspondant;

3.5 durée totale de mesure ou le nombre de mesures M ;

3.6 techniques de calcul (par exemple, détails sur les fenêtres de retards pour les estimations de densités spectrales à partir des données temporelles, ou l'estimation de l'effet du temps mort dans l'évaluation de l'écart type à deux échantillons $\sigma_y(\tau)$);

3.7 intervalle de confiance des estimations;

4. qu'une illustration graphique ou une expression analytique des mesures d'instabilité de fréquence comprenant des intervalles de confiance, doivent être fournies (par exemple: $S_y(f)$, $S_\phi(f)$ et $S_x(f)$ en fonction de f , et/ou $\sigma_y(\tau)$ en fonction de τ).

ANNEXE I

DÉFINITION DE LA MESURE TEMPORELLE

L'écart type à deux échantillons * $\sigma_y(\tau)$ est défini comme suit:

$$\sigma_y(\tau) = \left(\left\langle \frac{(\bar{y}_{k+1} - \bar{y}_k)^2}{2} \right\rangle \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

où

$$\bar{y}_k = \frac{1}{\tau} \int_{t_k}^{t_k+\tau} y(t) dt \quad (3)$$

τ est la durée d'intégration avec un temps mort nul entre les mesures successives,

k est un indice tel que $t_{k+1} = t_k + \tau$, et

$\langle \rangle$ représente une moyenne de durée infinie.

A partir d'un nombre fini M de mesures de \bar{y}_k , une estimation de l'écart type à deux échantillons s'écrit:

$$\hat{\sigma}_y(\tau) \approx \left[\frac{1}{2(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (\bar{y}_{k+1} - \bar{y}_k)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

* Le carré de l'écart type à deux échantillons est la variance à deux échantillons (également connue sous le nom de variance paire ou de variance d'Allan à deux échantillons).

RÉSOLUTIONS ET VŒUX

RÉSOLUTION 14-4

ÉMISSIONS DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES

(Question 1/7)

(1963-1966-1970-1974-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

les dispositions de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications,

DÉCIDE A L'UNANIMITÉ

1. que, dès la mise en service d'une assignation de fréquence à une station de fréquences étalon, l'administration intéressée doit notifier cette assignation à l'IFRB, conformément aux dispositions de l'Article 12 du Règlement des radiocommunications; cependant, aucune notification ne doit être adressée à l'IFRB avant que les recherches expérimentales et la coordination n'aient été achevées en conformité avec les dispositions de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications;
 2. que chaque administration doit adresser, en outre, tous autres renseignements utiles sur les stations de fréquences étalon (tels que stabilité de fréquence, changement de phase des impulsions de signaux horaires, modification des horaires d'émission) au Rapporteur principal de la Commission d'études 7, au Directeur du CCIR et, en vue de la publication officielle de ces renseignements, au Directeur du BIPM;
 3. que la Commission d'études 7 doit collaborer avec l'Union astronomique internationale (UAI), l'Union radioscopique internationale (URSI), l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI), l'Union internationale de physique pure et appliquée (UIPPA), le Bureau international des poids et mesures (BIPM) et le Comité international des poids et mesures (CIPM).
-

ÉTUDES ET EXPÉRIENCES RELATIVES AUX ÉMISSIONS DE SIGNAUX HORAIRES

(Question 1/7)

(1966-1970-1974)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires sont utilisées dans de nombreuses branches des sciences pures et appliquées;
- b) que la Commission d'études 7 a fréquemment besoin de consulter des unions et organisations scientifiques,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

1. que la Conférence générale des poids et mesures (CGPM), le Bureau international des poids et mesures (BIPM), l'Union radioscopique internationale (URSI), l'Union astronomique internationale (UAI), l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) et l'Union internationale de physique pure et appliquée (UIPPA) soient invités à collaborer avec la Commission d'études 7;
 2. que le Rapporteur principal de la Commission d'études 7 se mette en relation avec le Directeur du BIPM et avec les présidents des Commissions pertinentes de l'URSI, de l'UAI, de l'UGGI, de la CGPM et de l'UIPPA, et que le Directeur du CCIR soit tenu au courant.
-

VØEU 27

**ÉMISSIONS DE FRÉQUENCES ÉTALON ET DE SIGNAUX HORAIRES
DANS DE NOUVELLES BANDES DE FRÉQUENCES**

(Question 2/7)

(1966)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a)* que les services d'émissions de fréquences étalon et de signaux horaires existant à l'heure actuelle ne permettent pas toujours, dans certaines régions et notamment dans les centres industriels, d'obtenir un rapport signal sur bruit suffisant;
- b)* qu'un service de meilleure qualité est nécessaire dans certaines régions et que ce service peut être obtenu moyennant l'utilisation de fréquences de la bande 8 et de fréquences plus élevées,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VØEU

que chaque administration réserve, dans la mesure du possible, pour la distribution des fréquences étalon et des signaux horaires sur un plan local, deux bandes d'une largeur de 100 kHz prises respectivement dans les bandes 8 et 9, leurs fréquences centrales devant être des multiples entiers de 5 MHz.

**PROGRAMMES SPÉCIAUX DE CONTRÔLE DES ÉMISSIONS DE L'IFRB
EN VUE DE DÉGAGER LES BANDES DE FRÉQUENCES ATTRIBUÉES
EXCLUSIVEMENT AU SERVICE DE FRÉQUENCES ÉTALON**

(1966)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) les résultats des programmes spéciaux de contrôle des émissions que l'IFRB a organisés en vue de dégager les bandes de fréquences attribuées en exclusivité au service des fréquences étalon;
- b) la nécessité de dégager lesdites bandes plus complètement;
- c) les difficultés qu'a éprouvées l'IFRB pour identifier certaines stations appartenant à des services autres que celui des fréquences étalon, mais émettant dans les bandes attribuées à celui-ci,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

1. que l'IFRB soit prié d'augmenter, dans toute la mesure du possible, le nombre de programmes de contrôle spéciaux à effectuer par année et s'étendant aux bandes attribuées en exclusivité au service des fréquences étalon;
 2. que l'IFRB invite instamment les administrations des pays qui disposent d'installations de radiogoniométrie à prendre des relevés ayant pour objet de déterminer la position des stations dont les émissions ont été observées.
-

VŒU 71-1*

DOCUMENTATION DES ÉMISSIONS DE SIGNAUX HORAIRES

(Question 1/7)

(1982-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que les émissions de signaux horaires ont été maintenues dans des limites de précision différentes, par l'introduction de sauts ou de changements de fréquence au cours des 25 dernières années;
- b) que chaque administration fournit les renseignements les plus récents qu'elle possède concernant les valeurs des ajustements des fréquences et des signaux horaires, conformément au numéro 2771 de l'Article 33 du Règlement des radiocommunications et à la Résolution 14 du CCIR;
- c) que, de 1955 à 1972, on a adopté dans les divers pays des valeurs différentes pour les sauts et les changements de fréquence et qu'il n'est pas facile d'accéder aux détails pertinents;
- d) que ces données seront nécessaires pour analyser les phénomènes à longue échéance,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

que toutes les administrations qui exploitent un service de fréquences étalon et de signaux horaires rassemblent les détails relatifs aux ajustements de fréquences et d'échelles de temps effectués pendant la période allant de 1955 à 1972 et, en particulier, qu'elles publient la valeur des sauts de temps, avec la date de leur entrée en vigueur ainsi que les changements de fréquence intervenus dans leurs émissions et qu'elles communiquent aussi ces données au Bureau international des poids et mesures (BIPM) ainsi qu'aux Centres Mondiaux d'Exploitation des données A, B et C.

ANNEXE I

ADRESSES DES CENTRES MONDIAUX D'EXPLOITATION DES DONNÉES

- World Data Centre A: WDC-A, Rotation of the Earth
c/o US Naval Observatory
34th Massachusetts Avenue NW
WASHINGTON, DC 20390
Etats-Unis d'Amérique
- World Data Centre B: State Time and Frequency Commission
Gosstandart
Leninsky Prospect 9
MOSCOU 117049
URSS
- World Data Centre C: Rutherford Appleton Laboratory
Chilton
DIDCOT
Oxon OX11 0QX
Royaume-Uni

* Le Directeur du CCIR est prié de transmettre ce Vœu aux autorités responsables des services de fréquences étalon et de signaux horaires énumérées dans le Rapport 267.

DIFFUSION DE SIGNAUX HORAIRES PAR DES SATELLITES MÉTÉOROLOGIQUES

(Question 2/7)

(1982)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

- a) que dans de nombreux domaines tels que la géodésie, la géophysique, la coordination internationale du temps et celle d'observations scientifiques de nombreuses autres sortes, on a de plus en plus besoin de signaux de référence de temps qui puissent être reçus très fidèlement dans le monde entier;
- b) que deux satellites météorologiques GOES des Etats-Unis d'Amérique diffusent avec succès depuis 1975 un code horaire exact, rapporté au temps universel coordonné (UTC), dont l'usage se répand régulièrement dans l'hémisphère occidental;
- c) que les satellites Météosat européens et les satellites GMS japonais font partie du même système mondial à satellites météorologiques que les satellites GOES des Etats-Unis d'Amérique et que les signaux véhiculant leurs données sont dans une forme numérique similaire, avec des bits appropriés réservés pour un éventuel codage horaire;
- d) qu'on pourrait utiliser les mêmes récepteurs peu coûteux, tout au plus moyennant des modifications minimales, pour recevoir les signaux des satellites GOES, Météosat et GMS;
- e) que des organismes de temps et de fréquence opérant en Europe et au Japon ont fait savoir qu'ils sont prêts à employer des codes horaires dans les satellites Météosat et GMS,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

1. que l'adjonction, aux signaux des satellites Météosat et GMS, d'un code horaire compatible avec ceux des satellites GOES soit considérée comme devant fournir un service mondial de diffusion de temps et de fréquence intéressant de nombreux domaines, sans nécessiter que des modifications importantes soient apportées à la forme numérique des données transmises par les satellites, aux engins spatiaux ou aux installations au sol;
2. que l'Organisation météorologique mondiale devrait être priée de diffuser le présent Vœu auprès de ses organismes nationaux des pays pertinents;
3. que l'Agence spatiale européenne devrait être priée de diffuser ce Vœu auprès de ceux des organismes pertinents opérant en Europe qui s'intéressent au programme MÉTÉOSAT.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter ce Vœu à l'attention de l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI), ainsi que de la Commission d'études 2 du CCIR.

