

### 31. COMMISSION DE L'HEURE

PRÉSIDENT: Sir HAROLD SPENCER JONES, *Astronomer Royal, Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux, Sussex, England.*

DIRECTEUR DE BUREAU: M. DANJON.

MEMBRES: MM. Abraham, Baeschlin, R. Baillaud, Bakulin, Banachiewicz, Beals, Decaux, Duerksen, Fayet, Finsen, Freiesleben, Gayot, Hemple, Jelstrup, Jouaust†, Lambert, Lejay, Lorón, Madwar, Mikhailov, Moreau, Nørlund, Opalski, Pavlov, Shcheglov, Silva, H. M. Smith, Sollenberger, Šternberk, R. M. Stewart, Stoyko, Tardi, Tiercy, Tinoco†, Verbaandert, H. W. Wood, Zverev.

The period since the Seventh General Assembly of the Union has been characterized by efforts on the part of many of the observatories which are responsible for the determination and distribution of time to improve the precision of their time determinations and of their time keeping.

#### QUARTZ-CRYSTAL CLOCK INSTALLATIONS

During the Second World War the Royal Observatory, Greenwich, installed a full equipment of quartz-crystal oscillators. Analysis of the performance of these oscillators, considered as standards of time, showed that they were free from the 'erratics' (small irregular changes of rate) to which all pendulum clocks seem to be liable, and which by integration cause irregular wandering of the clock-error. The quartz-crystal oscillators are therefore excellent for short-term prediction. The slow frequency drifts to which they are liable combine with the effects of polar motion and of the now well-established seasonal variation in the rate of rotation of the Earth to make long-term prediction less certain. The experience of the Royal Observatory, Greenwich, was that the incorporation of even the best of the pendulum clocks with the quartz-crystal oscillators impaired the accuracy of short-term prediction. For some years the time service of this Observatory has therefore been based solely on the quartz-crystal oscillators.

Many other observatories have installed, or are in process of installing, quartz-crystal oscillators as standards of time keeping. These include the Naval Observatory, Washington, the Dominion Observatory, Ottawa, the Union Observatory, Johannesburg; the Commonwealth Observatory, Mount Stromlo; the Paris Observatory; the Royal Observatory, Uccle; the Cantonal Observatory, Neuchâtel, and the Tokyo Observatory. This list, which is based on information received, is probably by no means complete. It is hoped that any other observatories which maintain a time service and are using quartz-crystal oscillators as standards will supply information.

The oscillating quartz-crystal unit has usually been one of three types: the GT-cut plate, the bar of rectangular section, or the Dye-Essen ring. All three types have been tried in the Time Department of the Royal Greenwich Observatory. The GT-cut plate has the advantage that its dimensions can be adjusted so that its nominal frequency of 100 kcyc./sec. is practically independent of small variations in temperature. The frequency drift tends to be large and to persist for a long while, however, and this outweighs the advantage of the small frequency-temperature coefficient, particularly as with a suitable design of thermostating the temperature of the crystal can be maintained constant to a high precision. The Dye-Essen ring, suitably supported, has proved to be the most satisfactory of the three types, having the smallest frequency drift and settling down most rapidly to a satisfactory performance. The quartz oscillators in use at the Royal Greenwich Observatory are gradually being changed over to this type.

Where in any country there are precision frequency standards, which are maintained by institutions other than the Observatory responsible for the provision of a time service, these standards can be combined with the Observatory standards for improving the accuracy of the conservation of time, provided that accurate comparisons are made daily between the Observatory and the outside standards, e.g. through the reception at each

centre of the time signals sent out from the Observatory. Thus in the United Kingdom, data from the frequency standards of the National Physical Laboratory, the Post Office, the British Broadcasting Corporation, and the Research Division of Marconi's Wireless Telegraph Co. are made available for use in the time service, in the United States, the data from the frequency standards of the National Bureau of Standards are used by the U.S. Naval Observatory; in Australia, the data from the frequency standards in the Postmaster General's Research Laboratory and in the National Standards Laboratory are used by the Commonwealth Observatory.

Quartz-crystal clocks have other advantages over pendulum clocks besides their superiority in time-keeping. Whereas the pendulum swings once a second, the crystal clock usually has a nominal frequency of 100,000 a second, thereby making it possible accurately to subdivide each second. Intercomparison of clock times can therefore be made quickly and with great accuracy by the use of scale-of-ten counters, while inter-comparisons of rates are readily made by counting the frequencies of beats between individual clocks. The scale-of-ten counters can be used also for comparisons between the clocks and incoming radio time signals. By suitable gearing on phonic motors, driven by a 1000 cyc./sec. output from the clock, it is possible to obtain with high precision sidereal time from crystals adjusted to a frequency of 100 kcyc./M.T. sec., as well as diminished seconds (60/61) for the rhythmic type of time signal. At the Union Observatory, Johannesburg, an electronic M.T.-S.T. converter of high accuracy (one part in  $10^{12}$ ) has been designed and built.

#### TIME DETERMINATIONS

The performance of the clocks must be controlled by astronomical observations for the determination of time. This procedure provides a comparison between the standard clocks of the Observatory and the Earth itself, regarded as a clock, but the comparison is affected by the errors inherent in the time determinations. The high precision of the quartz-crystal oscillators requires high accuracy in the time determinations if they are to provide an effective control of the clocks and particularly of their frequency drifts. The conventional method of determining time, using a small transit instrument, with impersonal micrometer (either hand driven, or driven by motor at a speed appropriate to the declination of each star), does not provide as tight a control as is desirable. Various improvements have been tried. At the Pulkovo Observatory experiments were made in photo-electric recording of transits; with a Bamberg small transit instrument of 81 mm. aperture, it was found possible to observe stars as faint as  $8^m.7$ . This work was stopped in 1941 by the war; it is not known whether it has been resumed. Photo-electric methods of observation are being studied at the Tokyo Observatory. Personal equations are eliminated in this way, and the probable error of a complete time determination was estimated to be  $\pm 0.005$  sec., which is an appreciable improvement upon the accuracy of visual observations. At the Paris Observatory, the transit instrument designed by Danjon, in which the instrumental errors are accurately determined for each observation, has shown much promise and is undoubtedly much more accurate than the conventional method. A horizontal transit instrument was planned for the Royal Greenwich Observatory; the theory has been developed and some progress made in experimental work, but this has been delayed by other demands on the time of the staff. At the Prague Observatory, Nusl's circumzenithal instrument and Svoboda's mirror astrolabe, each provided with an impersonal micrometer, are used for time determination.

The type of instrument that promises to be most used in the future is that which has become known as the Photographic Zenith Tube. The principles of this instrument, designed for the determination of latitude, were due to Airy. Ross adapted the design to photographic methods of observation and used it at Gaithersburg for the determination of the variation of latitude. It was subsequently transferred to the U.S. Naval Observatory, Washington, where it was adapted to determine time as well as latitude variation. The internal probable error of the time determinations appear not to exceed

about  $\pm 0.004$  sec. The theory of the instrument is well known: the design is such that observations are unaffected by errors of level within wide limits so that they are easily controlled; as observations are made in the zenith they are unaffected by errors of azimuth, errors of collimation do not enter; personal equations are eliminated by the use of photography. The small zenithal field-of-view necessitates, however, observation of faint stars. By resolution of the Union, time determinations are based on the positions of the FK 3 system, it is consequently essential that the positions of the faint stars on the P.Z.T. programme of observation should be accurately tied to the FK 3 system by meridian observations. Care must be taken that magnitude errors do not affect these determinations. Provided that the adopted positions of the programme stars are systematically in agreement with the FK 3, their accidental errors can be rapidly smoothed out by the observations themselves. The P.Z.T. can be used also to control errors in the FK 3 right ascension system (for the zenithal declination) of the  $\Delta\alpha_a$  type.

The original P.Z.T. has now been in use at Washington for many years. A new design, in which several weaknesses of the old instrument have been eliminated, has been prepared and an instrument of this design, constructed at the Naval Observatory, was installed at a temporary station at Richmond, Florida, and began operation on a test basis in February 1949. From March 1950 it has been used for the regular determination of time and of latitude-variation, in collaboration with the Washington P.Z.T. Construction has been started on a second instrument of the same design, which is to take the place of the old instrument at Washington.

An instrument, embodying the same principles, but whose design differs in almost every detail from the Washington design has been under construction for some years for the Greenwich Observatory and is now almost completed. In this design, which is somewhat elaborate, an attempt has been made to keep every possible source of instrumental error within extremely narrow limits. The errors of the time determinations with this instrument will be due almost entirely to causes outside the telescope, which are associated with the meteorological conditions at the times of observation.

Within the course of the next few years several other photographic zenith tubes are likely to be brought into use. The Cantonal Observatory, Neuchâtel, and the Commonwealth Observatory, Mount Stromlo, have ordered from Grubb, Parsons and Company zenith tubes which are a somewhat simplified version of the Greenwich design. The Dominion Observatory, Ottawa, has a zenith tube under construction by Canadian Vickers. A P.Z.T. is being built for the Tokyo Observatory. It is believed that there are other observatories which are considering the installation of P.Z.T.'s.

#### EFFECTS OF POLAR MOTION

The photographic zenith tube possesses the great advantage that the photographs obtained for the determination of time serve also for the determination of latitude variation. The movement of the poles causes variations in the difference of longitude between any two given places, so that a knowledge, at any observatory, of the component of the motion of the pole in the direction at right angles to the meridian of the observatory is required to enable the effect on the apparent performance of the clocks to be allowed for. The polar motion as determined by the International Latitude Service is not available sufficiently early to be used for this purpose. At Greenwich the latitude variation determined at the U.S. Naval Observatory (long.  $77^\circ$  W.), which is made available week by week, is used to give an approximate assessment of the effect; the data have proved of great value for this purpose. If polar motion data provided by each P.Z.T. were communicated by telegraph at regular short intervals to a central station, e.g. the Astronomical Telegrams Bureau, and the data promptly distributed on announcement cards, each observatory would receive information which it could use for the assessment of the effects of polar motion on its time determinations.

## VARIATIONS IN THE RATE OF ROTATION OF THE EARTH

An annual variation in the rate of rotation of the Earth has now been well established by several independent investigations. This annual variation is primarily due, as has been shown by Munk and Miller, to an annual variation in the angular momentum carried by the seasonal winds. Any phenomenon due to meteorological causes may be expected to be variable both in magnitude and phase from year to year. Further study of the annual variation is required. The seasonal range in the length of the day can amount to 2.5 msec., i.e. to about three parts in  $10^8$ . For the effective control of precision frequency standards, an accuracy of at least one part in  $10^8$  is required, it is consequently important that the assessment of the annual variation should be kept under continual review in order that proper allowance for it can be made.

Irregular variations in the rate of rotation of the Earth are known to be responsible for the fluctuations in the motions of the Moon, Sun, Mercury, and Venus. Since the introduction of quartz-crystal clocks as standards of time-keeping in observatories, no change in the rate of rotation of the Earth, other than the seasonal variation, has been established with certainty. The positions of the Moon derived from meridian or occultation observations are not of sufficient accuracy to enable information to be obtained about the way in which the changes in the rotation take place; the observations are satisfied equally well by the assumption that they are spread over a couple of years as by the assumption that they are instantaneous. It seems inherently improbable that they can be instantaneous.

The fluctuations in the motion of the Moon appear to be very similar in character to the irregularities in the performance of Shortt free-pendulum clocks, which are known, from the investigation of the clocks in the Greenwich service, to be attributable to the integrated effect of frequent small erratic changes of rate. The effect is very similar, in fact, to that in the well-known problem of the 'random walk'. It seems plausible to suppose, by analogy, that the fluctuations in the motion of the Moon may be attributable to the integrated effect of small irregular variations in the rate of rotation of the Earth. A recent investigation by Brouwer supports this view. If this is, indeed, the true explanation of the observed fluctuations in the motions of the Moon, Sun, Mercury, and Venus, the problem of using the astronomical determinations of time to provide a control of high accuracy on precision standards of frequency becomes one of very great complexity and difficulty.

## ASTRONOMICAL AND EPHEMERIS TIME

Astronomers are now forced to consider two different systems of time. Astronomical ephemerides are computed on the basis of a uniform time system, in which the length of the day is invariable. At the Paris Colloquium on 'Fundamental Constants of Astronomy' it was proposed that such time should be called 'Ephemeris Time'. Astronomical observations determine a time which is not uniform, because of the irregularities in the rate of rotation of the Earth, this time can be called 'Astronomical Time'. The difference between ephemeris time and astronomical time is inherently unpredictable. The navigator and surveyor require astronomical time; the frequency laboratory requires ephemeris time. In many problems in celestial mechanics the difference between the two times must be taken into account. Observations of the position of the Moon will give the difference *a posteriori*. The current difference can not be extrapolated with a certainty that is sufficiently precise for practical purposes. For accurate day-to-day control the only possible solution appears to be the development of a clock of very high long-term stability. The quartz-crystal oscillator provides a short-term stability that is adequate for present day requirements, but its long-term stability is not good enough.



## THE ATOMIC CLOCK

The so-called atomic or molecular clock appears likely to provide a possible solution of this difficulty. Pioneer work on the development of a quartz-crystal clock, automatically regulated by the 23,870 Mc. ammonia molecule band is in progress at the National Bureau of Standards, Washington. It is reported that the prototype clock has a sensitivity of one part in  $10^5$ , but that its long-term stability is not known. The possibility of using an oxygen line at about 60,000 Mc. as the control is being considered. A different form of ammonia clock, which uses a self-excited oscillator and frequency dividers, is under development at the Bureau of Standards. A third clock, using caesium in an atomic beam technique, is nearing the stage of manual operation. This form of atomic clock, in which the control is effected by an atomic line with a width only  $1/3000$  of that of the ammonia band, offers the possibility of a very high accuracy (one part in  $10^{10}$  or better) being achieved. Other alternative types of atomic clock are under consideration. It appears likely that this work will complete the swing over from the procedure, which until recent years was universal, in which the rotation of the Earth—through the astronomical determinations of time—is used to check the clocks, to a new technique in which atomic clocks will be used to check the rotation of the Earth.

## SPEED OF TRAVEL OF RADIO-WAVES

The desirability of further determinations of the apparent velocity of travel of radio-waves has been emphasized by Prof. Y Hagihara, Director, and Mr M. Miyadi, Head of the Time Department of the Tokyo Astronomical Observatory. They urge that observatories should endeavour to exchange time signals bilaterally and as nearly as possible at the same time and on the same frequency. M. Stoyko of the Bureau de l'Heure has remarked on the need for a new determination of the apparent velocity of long waves between America and Europe.

Some work in this direction has been undertaken by the Time Department of the Royal Greenwich Observatory. Between 1942 December 22 and 1944 December 26 109 days were found on which the NSS 12630 kcyc./sec. time signals at 1600 and the GIH 10650 kcyc./sec. time signals at 1800 were both received at Washington and at Abinger. These signals, separated by two hours, are sufficiently nearly at the same time to enable a reliable determination of travel time to be made. The mean value of the double travel time was found to be  $40.5 \pm 0.4$  (m.e.) m.sec., corresponding to an apparent velocity of  $2.83 \times 10^5$  km./sec.

Plans were prepared, in conjunction with the U.S. Naval Observatory, for a determination of the apparent velocity of travel of long waves, using the normal radio time signals from Rugby, G.B.R., on a frequency of 16 kcyc./sec. and special time signals from Annapolis, N.S.S., on a frequency of 18 kcyc./sec. By the co-operation of the Director of U.S. Naval Communications, the latter signals were to be transmitted within five minutes of the normal times of transmission of the G.B.R. signals. The signals were to be recorded by photographing a cathode ray oscillograph trace with a 35 mm. film camera, similar receivers, specially designed and constructed in the Time Department of the Royal Greenwich Observatory, were to be used both at Abinger and at Washington. Though the N.S.S. time signals were well received at Abinger, it was found impossible to secure an adequate standard of reception of the G.B.R. time signals at Washington. The programme had unfortunately, in consequence, to be abandoned.

The determination of the apparent velocity of travel of short radio-waves would be much strengthened if mutual arrangements were made by pairs of observatories, sufficiently widely separated in distance, for the bilateral observation of time signals, as proposed by the Tokyo Observatory.

## UNIFICATION OF SYSTEMS OF TIME SIGNALS

At the Fifth International Hydrographic Conference held at Monaco in April 1947, the delegation from Chile brought forward a proposal for the unification of the systems of radio time signals. The proposal was referred by the International Hydrographic Bureau in September 1950, through the Bureau de l'Heure, to the Commission 31 of the International Astronomical Union. The proposal for unification is supported by the Bureau de l'Heure. M. Stoyko points out that, while there is essentially only a single scheme for the rhythmic signals, there are at least twelve different systems of mean time signals in use, of which the principal are:

- (a) The English system (Rugby 0955–1000, 1755–1800).
- (b) The American system.
- (c) The Russian system.
- (d) The international system (O.N.O.G.O.).
- (e) The improved international system (modified O.N.O.G.O.).

The question of the reduction of the number of different systems should be considered by the Commission. The question whether there is still a need for rhythmic signals is a further matter for consideration. For navigational purposes, the mean time signals suffice, while if signals are recorded in order to give greater accuracy, the rhythmic signals have no advantages over mean time signals. For most purposes, such as comparison with quartz-crystal clocks or precision frequency standards, mean time signals are much to be preferred. The reception of both rhythmic and mean time signals adds unnecessarily to the routine work of Observatory Time Services.

## STANDARD FREQUENCY TRANSMISSIONS

The International Administrative Radio Conference, Atlantic City, 1947, allocated frequencies of 2.5, 5, 10, 15, 20, 25 Mc./sec. for the transmission of standard frequencies, and requested the International Radio Consultative Committee (C.C.I.R.) to study the provision and operation of a world-wide standard frequency and time service. The C.C.I.R. considers that such services should comprise carrier and modulation frequencies with identical values for all transmissions, as well as time signals of uniform type.

For the provision of a world-wide service, a number of transmitting stations is required. The simultaneous operation of a number of stations may cause harmful interference at places where more than one station can be well received. The number of transmitting stations should not be greater, therefore, than is necessary to provide satisfactory world coverage. Even so, some system of time sharing may prove to be necessary in order that reception everywhere will be free from interference troubles.

With the growing use of quartz-crystal oscillators as standards of time in observatories, standard frequency transmissions will become of increasing importance. The superimposed time signals will be of special value to surveyors and others who may wish to check the errors of their chronometers or clocks before and after a series of observations.

Standard frequency transmissions are broadcast continuously day and night by the United States from the station WWV (Beltsville, Maryland) on frequencies of 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 Mc./sec. The transmissions on the frequencies of 5, 10, 15, 20 Mc./sec. are on a maximum carrier power of 9 kW.; the others are on low power. They carry modulations of 440 and 600 c./sec. On each carrier frequency a pulse of 5 msec. duration occurs at second intervals, which is omitted on the 59th second of every minute, providing an accurate time signal.

Co-ordinated experimental transmissions are broadcast from Hawaii, station WWVH, on frequencies of 5, 10, 15 Mc./sec., with similar modulation and time signals. The station is interrupted for approximately four minutes immediately after each hour and half-hour and for periods of approximately 40 min. beginning at 0700 and 1900 U.T., but with these exceptions the transmissions are continuous.

Experimental standard frequency transmissions are broadcast continuously day and night by Japan from the station JJY on a frequency of 4 Mc./sec., and daily from 2100 to 1100 U.T. on a frequency of 8 Mc./sec., on a carrier power of 2 kW., with modulation of 1000 cyc./sec. It is intended to change the frequencies from 4 and 8 Mc./sec. to 2.5, 5 and 10 Mc./sec. The time signals are formed by interrupting the transmission for 0.02 sec. at each second and 0.2 sec. at each minute.

Experimental standard frequency transmissions are broadcast daily at certain times by the United Kingdom from the station GBR on frequencies of 60 Kc./sec., 5 and 10 Mc./sec. On 60 Kc./sec. the transmissions are for one-hour periods ending at 1130 and 1530 U.T., on 5 Mc./sec. for one half-hour ending at 0615 U.T. and on 10 Mc./sec. for one half-hour ending at 0700 U.T. A portion of the transmissions is modulated with a frequency of 1000 cyc./sec., the carrier power is 10 kW, a portion is modulated with one second time pulses (5 cycles of the 1 Kc./sec.); a portion is unmodulated.

Another experimental transmission is being made from Turin on a frequency of 5 Mc./sec. with 440 cyc./sec. and 1000 cyc./sec. modulation, on a carrier power of 0.3 kW. The transmissions extend over 6 hours, but it is intended to increase this period to 12 hours and to include other frequencies.

Full details of these services are given in the 'List of Special Service Stations', published by the International Telecommunications Union. The relationship (or lack of relationship) between the transmitted frequencies and the superimposed time pulses should be noted, as different methods of co-ordination are in use. In the WWV and WWVH transmissions the audio-frequencies are interrupted at one minute before each hour and resumed precisely on the hour. The beginnings of the periods when they are resumed are in agreement with the basic time service of the United States Naval Observatory. In the GBR transmissions the errors in the transmitted frequencies are allowed to accumulate in the time pulses; on the first day of the month an adjustment is made, when necessary, to the time pulses in steps of 50 msec.

#### MISCELLANEOUS PROPOSALS

(a) It is proposed by the Bureau de l'Heure that any changes in the programme of emission of radio time signals should be communicated to the Central Telegram Bureau at Copenhagen, so that they can be reported on the announcement cards and thus made generally known. This seems to be a desirable arrangement.

(b) It is recommended by the Bureau de l'Heure that observatories which possess a time service should not change their conventional longitude, once it has been adopted. Such changes destroy the continuity of the results and are usually too small to be of practical importance in relation to the scatter in the annual values of longitude corrections.

(c) It is further recommended by the Bureau de l'Heure that the conventional longitude should always relate to some fixed point in the Observatory. The longitude is often referred to a particular instrument so that, if the position of the instrument is changed, the value of the conventional longitude is changed. It is often not known by the Bureau whether there has been an actual change in the adopted longitude or whether an apparent change has occurred due to a change in the site of the instrument. It is recommended that in either case full particulars should be sent to the Bureau de l'Heure.

H. SPENCER JONES  
*President of the Commission*

### Rapport du Directeur du B.I.H.

La période 1948-51 a marqué un progrès très important dans le fonctionnement du B.I.H. par rapport à la période 1945-47. Le nombre des réceptions de signaux horaires a augmenté de 78 % en moyenne et des observations astronomiques de 69 % comme on peut le voir d'après le tableau ci-dessous :

Années	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
Réc. sig.	6673	8848	13850	13256	14592	18802	23061
Obs. astr.	240	204	280	256	404	470	500

Le Bulletin horaire a paru régulièrement. Il a donné les heures demi-définitives de toutes les émissions reçues au B.I.H. Il a publié, de plus, les heures définitives de 1941 d'après 20 observatoires, de 1942 d'après 15 observatoires, de 1943 d'après 16 observatoires, de 1944 d'après 17 observatoires, de 1945 d'après 17 observatoires, de 1947 d'après 15 observatoires, de 1948 d'après 18 observatoires, et de 1949 d'après 19 observatoires.

L'heure définitive de 1949 donne pour chaque jour l'heure de 140 émissions horaires d'après 19 observatoires. Le calcul de l'heure définitive pour 1950 demande l'exploitation de plus de 400 réceptions journalières dans 21 observatoires, ce qui exige un travail considérable. Pour 1951 le nombre des observatoires est de 24. Comme on le voit, le nombre des émissions de signaux horaires et des observatoires augmente sans cesse et leur réduction à un système homogène est indispensable.

Le B.I.H. commande 4 fois par jour une émission de signaux horaires automatiques et une émission de signaux horaires scientifiques sur différentes longueurs d'onde. La réception de ces signaux et des signaux extérieurs se fait sur des chronographes Belin à gros cylindre (1 sec. = 500 mm.).

Les pendules à pression et à température constantes et les horloges à quartz et à diapason sont comparées, en permanence, avec les horloges à quartz du Laboratoire National de Radioélectricité à Bagneux sur un chronographe à petit cylindre (1 sec. = 250 mm.).

Les observations astronomiques ont été faites régulièrement en utilisant trois lunettes de passage: Gauthier No. 381, Bouty et Danjon, ainsi qu'un astrolabe à prisme impersonnel Danjon.

Pendant la période accoulée on a étudié au B.I.H. la précision des garde-temps (pendules et horloges à quartz), l'influence de l'attraction luni-solaire sur ces pendules et sur la rotation de la Terre, l'influence des tremblements de terre sur les pendules, la propagation des ondes radioélectriques, les erreurs instrumentales, ainsi que les fluctuations de la rotation terrestre.

Pendant cette période, les appareils suivants sont entrés en service:

- 1° — deux horloges à quartz Belin;
- 2° — un cinquième chronographe à gros cylindre avec moteur à courant continu (Belin);
- 3° — une horloge synchrone à contacts multiples sidéraux qui fonctionne sur le courant 1000 p/s temps moyen (Belin),
- 4° — un pendule-relais pour permettre l'enregistrement d'une pendule de temps sidéral sur un chronographe à cylindre tournant en temps moyen (Belin),
- 5° — un appareil destiné à transformer les battements d'une pendule en fréquence 1000 p/s (Belin),
- 6° — une horloge synchrone à contacts multiples déphasables et à remise à l'heure automatique, donnant, de plus, la fréquence 1000 p/s corrigée (Belin),
- 7° — un appareil pour la comparaison des fréquences avec la précision  $10^{-8}$  (Belin);
- 8° — une pendule Leroy No. 1759 à pression constante pour synchroniser l'horloge parlante;
- 9° — deux récepteurs universels RU 95 (No. 597 et 600) de la S.F.R.;



- 10° — un enregistreur électroplume pour le contrôle à distance de 13 circuits de thermostats et d'autres appareils d'une importance moindre;
- 11° — une horloge synchrone transportable à tops mécanique (contact déphasable) et photoélectrique (Belin);
- 12° — un chronographe imprimant au millième de seconde (système Colnel-Belin);
- 13° — un amplificateur-redresseur de sortie pour l'enregistrement des signaux horaires (R. Constant).

Tous ces appareils appartiennent à l'Observatoire de Paris.

Trois horloges à quartz, actuellement en construction, s'ajouteront, au cours des mois à venir, aux horloges déjà en service. Ces trois horloges seront d'un modèle nouveau.

### *Compte rendu des séances*

*Séance du vendredi, 6 septembre 1952*

PRÉSIDENT: SIR HAROLD SPENCER JONES.

SECRÉTAIRE: H. S. JELSTRUP.

Le Président donne tout d'abord la parole à M. Danjon, directeur du Bureau International de l'Heure, pour la présentation de son rapport sur cet institut.

La période 1948 à 1951 a marqué un progrès très important dans le fonctionnement du Bureau. Le nombre de réceptions de signaux et d'observations astronomiques a augmenté dans une forte proportion. Le nombre de signaux reçus a passé de 6600 en 1945 à 13.200 en 1948 et à 23.000 en 1951. Le Bureau de l'Heure a reçu 240 signaux en 1945, 500 en 1951. Le Bulletin horaire a paru régulièrement. Il a publié les heures définitives de

1941 d'après 20 observatoires	1945 d'après 17 observatoires
1942 „ 15 „	1947 „ 15 „
1943 „ 16 „	1948 „ 18 „
1944 „ 17 „	1949 „ 19 „

Pour 1951, le nombre d'observatoires est de 24. Pour les observations de l'heure, on a utilisé au BIH trois lunettes de passage et un astrolabe à prisme impersonnel.

Le Président fait remarquer combien le travail du B.I.H. est devenu important. Le rapport est accepté.

On passe ensuite à l'examen des rapports publiés à la suite de l'enquête faite par le président auprès des différents observatoires. Ce rapport ne contient pas tous les détails communiqués par les intéressés.

A Greenwich, on commence à avoir une bonne expérience des horloges à quartz. Elles sont supérieures aux pendules à balancier, surtout pour l'extrapolation à courte période. Cependant, ces horloges doivent être d'excellente qualité pour donner ce qu'on en attend.

D'après le Président, les quartz en forme d'anneau donnent les meilleurs résultats. Le Président indique encore que, dans beaucoup de pays, les horloges à quartz sont périodiquement comparées aux étalons de haute fréquence. Il souhaite que des comparaisons entre ces étalons fondamentaux de fréquence soient développées de façon à augmenter la précision des horloges elles-mêmes.

M. Guyot mentionne qu'à Neuchâtel on a fait également de bonnes expériences avec les horloges à quartz, qui sont certainement supérieures aux horloges à balancier. Une liaison par ondes ultra-courtes permet à l'Observatoire d'utiliser les résultats d'une horloge à quartz se trouvant à Châtonnaye dans un des bâtiments de l'administration fédérale des téléphones.

M. Tiercy a fait les mêmes expériences à Genève.

Pour le contrôle astronomique, on utilise non seulement les petits instruments des passages, mais d'autres instruments spécialement conçus.

En Russie, on a poursuivi les recherches avec la cellule photoélectrique. M. Nemiro parle des progrès réalisés grâce à cette cellule. Il existe actuellement 6 stations horaires en Russie. En 1949, on a fait 1036 observations et, en 1951, 1302. Pour comparer les heures des services horaires, on utilise des procédés stroboscopiques, des chronoscopes à tubes de néon, inventés en Russie. Les signaux horaires rythmés sont émis 10 fois par jour, 8 fois par Moscou et 2 fois par Tashkent. A Poulkovo, on emploie la méthode de Pavlov avec cellule photoélectrique en utilisant des étoiles jusqu'à la magnitude 6,5. Deux instruments des passages placés côte à côte ont permis de déterminer les corrections à apporter aux ascensions droites des étoiles. On a aussi étudié l'effet du vent sur les observations de passages.

M. Danjon parle des expériences qu'il a faites avec un instrument des passages provisoire, dont un exemplaire définitif est en cours de montage. Avec l'instrument provisoire, on obtient les heures des passages d'étoiles dans un plan déterminé avec une précision de  $\pm 0^s,008$ . L'ouverture est de 6 cm. L'instrument définitif aura une ouverture de 12 cm., la précision sera doublée.

A Paris, on a aussi mis au point un nouveau modèle d'astrolabe à prisme avec dispositif impersonnel et dans lequel on a corrigé certains défauts existant dans les anciens instruments. On pourra l'employer à la fois pour la détermination de l'heure et de la latitude. On ne l'avait pas fait jusqu'à présent à cause du bain de mercure. On croyait que l'agitation de ce dernier était due au mouvement du sol dans les villes, alors qu'en réalité elle est due à des causes thermiques. M. Danjon a réussi à supprimer ces causes.

M. Nemiro dit que les recherches ont été faites à Tokyo pour l'observation des passages d'étoiles avec la cellule photoélectrique.

M. Hagihara répond qu'on n'a jamais obtenu à Tokyo d'aussi bons résultats qu'à Poulkovo.

M. Tiercy cite des essais effectués à Bergedorf en 1926, et M. Danjon mentionne qu'à Paris M. Jouaust a déjà fait des essais en 1924.

M. Larink, de l'Observatoire de Hambourg à Bergedorf, signale que les essais ont été continués. Les observations anciennes ne pouvaient guère conduire au succès, car on ne disposait pas alors de bonnes horloges. Avec les recherches en cours, on obtiendra certainement une précision très élevée par la méthode photoélectrique.

Le Président signale encore le développement des tubes photographiques verticaux (lunette zénithale photographique). Il est certain que ces instruments seront susceptibles de donner une grande précision. Il a été recommandé que toutes les observations astronomiques pour les mesures de temps soient ramenées au catalogue FK 3, mais pour les lunettes zénithales, il faudra employer d'autres étoiles plus faibles ne figurant pas dans le FK 3 et qu'on devra rattacher à ce catalogue.

M. Danjon aimerait qu'on publiât la théorie de l'appareil. Ce dernier n'est pas exempt d'erreurs systématiques; il est possible que les constructeurs aient trouvé les moyens d'éliminer ces erreurs systématiques.

M. Sollenberger, de l'Observatoire naval de Washington, répond qu'il a en préparation une théorie complète de l'instrument utilisé actuellement aux Etats-Unis. Il est évident que si la théorie est satisfaisante, il peut subsister dans la construction de l'instrument certaines causes d'erreurs. Lorsque le deuxième instrument américain a été construit, on s'attendait à obtenir des résultats différents de ceux du premier instrument. Or, la comparaison entre les deux instruments a donné un bon accord, les discordances n'ont jamais dépassé un centième de seconde. L'agitation atmosphérique intervient dans ces comparaisons ainsi que des radio-transmissions. Il est possible qu'il existe une erreur systématique donnant une différence constante sur la mesure du temps.

M. Danjon pense qu'en échangeant les instruments, on verrait si la différence de longitude est constante.

M. Stoyko explique qu'à la fin de l'année 1946, une différence de 4 centièmes de seconde s'est manifestée dans les résultats de Washington et qu'on n'a jamais pu expliquer.

M. Sollenberger reconnaît qu'à la fin de 1946, il y a eu un désaccord, mais de tels écarts

se produisent aussi avec les anciennes méthodes. Il estime que la lunette zénithale photographique donne certainement des résultats meilleurs que les anciens instruments de détermination de l'heure.

Le Président annonce que, pour faire suite à la recommandation de M. Danjon, une publication sur l'instrument en construction à Greenwich sera faite.

*Séance du lundi, 8 septembre 1952*

PRÉSIDENT: SIR HAROLD SPENCER JONES.

SECRÉTAIRE: H. S. JELSTRUP.

Le Président rappelle que dans les *Draft Reports*, on a traité des déterminations de l'heure. Il s'agit maintenant de discuter la question du mouvement du pôle qui modifie les longitudes. Il s'agit de fixer le temps uniforme des éphémérides, comme il a été discuté par le Comité national belge. C'est une question qui ne pourra être traitée que lorsqu'on aura plus d'expérience sur les horloges atomiques.

M. Cox rappelle le vœu de la délégation belge. Comme il soulève des problèmes de procédure, je vais, dit-il, en donner connaissance:

Le Comité National Belge d'Astronomie exprime le vœu que les Gouvernements des Nations européennes (ou l'U.N.E.S.C.O.) aient leur attention attirée sur l'intérêt qu'il y aurait à créer en commun, en Europe ou en Afrique, un centre de recherches dont le programme comporterait l'étude et la construction des garde-temps les plus précis, notamment ceux dénommés 'horloges atomiques ou horloges à raies spectrales', ainsi que des instruments susceptibles de permettre la détermination simultanée d'unités de durée et de longueur.

Cette proposition a été présentée au Comité exécutif et le secrétariat a été chargé de la communiquer. Il semble que les comités nationaux n'ont pas eu le temps d'examiner cette proposition.

Le Président n'est pas certain que l'Union astronomique internationale se charge de développer des laboratoires dans l'ouest de l'Europe. Il ne comprend pas ce que l'on demande de l'Union astronomique.

M. Cox déclare que ce qu'il demande de l'Union astronomique internationale, c'est un appui moral. Si la forme de sa proposition laisse à désirer, il est d'accord de l'amender. Il ne demande à l'Union astronomique internationale qu'une appréciation favorable pour encourager les comités nationaux des pays de l'Europe occidentale dans l'effort que certains d'entre eux envisagent d'apporter en vue d'obtenir de leur gouvernement respectif et de l'U.N.E.S.C.O. la création d'un laboratoire en Europe ou en Afrique.

M. Jelstrup, représentant norvégien, déclare que, comme il s'agit surtout d'un appui moral, en sa qualité de géodésien norvégien, il soutient la proposition de M. Cox.

M. Danjon demande à M. Cox s'il considère l'horloge atomique comme un garde-temps. Il faut aussi éviter de faire à la fois des mesures de temps et des mesures de longueurs, car il existe déjà un autre organisme qui s'occupe des longueurs, c'est le Bureau international des Poids et Mesures.

M. Cox déclare que le Comité national belge veut commencer quelque chose. Le problème est vaste. Il accepte de remplacer le mot 'garde-temps' par 'étalons de fréquence'

M. Guyot est aussi favorable au projet de M. Cox et croit qu'on pourrait peut-être trouver en Suisse un appui financier. Il faut que les petites nations se réunissent dans ce but.

Le Président pense que nous avons abordé cette question de mauvais côté. Il vaudrait mieux s'adresser directement à l'U.N.E.S.C.O. L'Union géodésique et géophysique internationale a déjà fait quelque chose d'analogue: le Centre international de calculs, et il vaudrait mieux présenter cette proposition devant la prochaine assemblée de l'U.N.E.S.C.O.

M. Cox se raillerait à la procédure proposée par le Président, mais les petites nations ne pourront intéresser à leurs efforts leur gouvernement respectif et l'industrie que si une autorité, d'une valeur scientifique incontestée, leur donne un satisfecit et indique que ces efforts doivent être soutenus.

M. Tardi constate qu'on nous demande deux choses, d'abord de montrer notre intérêt pour les garde-temps atomiques. On nous demande aussi de nous intéresser à la création, en commun, d'un centre de recherches en Europe. Il n'est pas d'accord. Des recherches aussi délicates ne pourront jamais être entreprises par un centre d'études. Jusqu'à présent, les progrès de la science ont été réalisés dans des nations individuelles. Il pense que les nations ne s'entendront pas pour ce travail en commun.

M. Cox répond à M. Tardi que la critique qu'il vient de faire est relative au texte primitif. Un second texte modifié ne prévoit pas qu'on fera tout en commun, il prévoit qu'on encouragera les petites nations à faire quelque chose. Voici le vœu tel qu'il serait modifié: Le Comité national belge d'astronomie exprime le vœu que l'Union astronomique internationale accepte de soutenir, par une appréciation favorable, les comités nationaux d'astronomie des pays de l'Europe occidentale dans l'effort que certains d'entre eux envisagent d'entreprendre en vue d'obtenir de leur gouvernement respectif la participation à la création, en commun, en Europe ou en Afrique, d'un centre de recherches dont le programme comporterait l'étude et la construction d'étalons de fréquence de haute précision.

Le Président pense que la Commission peut adopter ce projet modifié, ce qui est fait.

Puis on passe à la question des ondes de radio. On a proposé de renouveler l'opération mondiale des longitudes en 1957 ou 1958 et l'intérêt spécial d'une de ces opérations sera de déterminer la vitesse de propagation des ondes de radio et les variations diurnes et saisonnières de cette vitesse.

Le Président estime que les valeurs déterminées par le B.I.H. sont données avec un nombre de décimales excessif: 274240 km./s. pour la vitesse directe de propagation et 285914 km./s. pour la vitesse de superpropagation.

M. Stoyko répond qu'en pratique on utilise la vitesse de 274000 km./s. pour l'onde directe et de 286000 km./s. pour l'onde de superpropagation. Ces valeurs sont déjà anciennes; il faut que les observatoires reçoivent les signaux horaires non seulement des stations rapprochées, mais aussi des stations éloignées pour qu'on puisse trouver avec certitude les vitesses de propagation et leurs variations.

M. Danjon tient à dire qu'il appuie ce que vient de déclarer M. Stoyko. Depuis que l'Observatoire de Washington a cessé de recevoir les signaux de l'Europe, la vitesse de propagation n'est plus mesurée avec précision. Cette vitesse doit être étudiée continuellement pour qu'on obtienne les variations diurnes, annuelles et séculaires. La Commission devrait émettre une recommandation pour que l'Observatoire de Washington recommence à recevoir les signaux horaires audibles, d'où qu'ils viennent.

M. Sollenberger répond qu'il est d'accord, il est regrettable que l'on ne reçoive plus les signaux d'Europe à Washington, mais les signaux sur ondes courtes seuls peuvent être reçus. Pour les autres c'est très difficile.

M. Danjon demande simplement à l'Observatoire de Washington de faire ce qu'il faisait il y a quelques années. Il rappelle que M. Sollenberger avait expliqué, l'année passée lors de l'assemblée de l'Union géodésique et géophysique internationale, à Bruxelles, qu'il ne pouvait plus recevoir les signaux européens parce que son personnel était en Floride pour le montage de la deuxième lunette zénithale photographique. On espérait que cette situation ne serait que provisoire, mais elle se prolonge.

M. Sollenberger espère qu'il sera bientôt capable de reprendre l'enregistrement des signaux européens en Amérique.

Le Président passe à une autre question: l'unification des signaux horaires. Lors de la conférence hydrographique, à Naples, on a émis le vœu de diminuer le nombre de systèmes de signaux horaires. Le B.I.H. souffre aussi de cette situation et il a probablement quelque chose à dire à ce sujet.

M. Stoyko rappelle que le nombre de systèmes actuels de signaux horaires dépasse 12.



Cela présente de graves inconvénients pour les marins. L'Union astronomique internationale doit s'occuper de cette question pour diminuer les genres d'émissions, surtout celles qui se font en temps moyen. Les astronomes et les marins ne demandent pas la même chose; les marins doivent connaître la seconde au cours des signaux, tandis que pour les astronomes la fraction de seconde suffit généralement.

Le Président explique le système anglais: on donne les battements de seconde pendant 5 minutes de temps moyen, la première seconde de chaque minute est un peu plus longue que les autres. C'est le seul système efficace.

M. Tardi explique le point de vue des géodésiens. Ces derniers désirent la généralisation des signaux américains WWV, à condition qu'ils puissent les recevoir facilement. Lorsqu'ils disposeront d'une station équivalente en Europe, les besoins des géodésiens se trouveront entièrement satisfaits avec des secondes de temps moyen. Il ne pense pas que pour des buts scientifiques, les signaux rythmés puissent servir à quoi que ce soit.

M. Danjon rappelle la nature de signaux, jusqu'à la mise en service de WWV c'était les signaux télégraphiques qui ont une portée plus considérable que les signaux du type téléphonique. Il arrive qu'on puisse recevoir l'onde portée WWV alors que la modulation des signaux télégraphiques ne peut plus être reçue.

*Séance du mercredi, 10 septembre 1952*

PRÉSIDENT: SIR HAROLD SPENCER JONES

SECRÉTAIRE: H. S. JELSTRUP.

Le Président rappelle que, dans sa dernière séance, la Commission en était restée à l'unification des signaux horaires. M. Stoyko avait manifesté sa préférence pour le système anglais. Il consiste en une émission pendant 5 minutes d'un top par seconde. Ce système se prête bien à l'application de la standardisation des fréquences. Le début des minutes est identifié par un top plus long que les autres.

M. Zverev explique qu'en Russie on utilise beaucoup les signaux rythmés pour la géodésie et la géophysique (gravimétrie). La suppression de ces signaux serait regrettable car ils peuvent être reçus par des moyens plus simples que les signaux en temps moyen. De plus, les hydrographes demandent la conservation des signaux du type Onogo. On peut conclure qu'ils ne sont pas opposés au système anglais de temps moyen, mais ils veulent conserver les systèmes rythmés et Onogo.

Le Président estime aussi qu'il faut maintenir les signaux rythmés jusqu'au moment où un système d'émission de fréquence continue sera répandu et que les chronographes enregistreurs permettant de recevoir ces signaux seront améliorés et mis au point. Les géodésiens ne peuvent emporter avec eux que des appareils peu encombrants.

M. Tardi appuie ce qui vient d'être dit. Pour les géodésiens, on s'achemine vers la suppression du système rythmé mais ce n'est pas encore mûr; il faut attendre la généralisation des signaux continus. Lorsque les géodésiens seront dans l'obligation d'utiliser les signaux de seconde, les moyens de les recevoir seront faciles à organiser. Les signaux rythmés mourront de leur belle mort lorsque les signaux continus seront devenus aisément perceptibles partout.

Le Président donne une conclusion à la discussion et admet qu'il faut continuer à émettre les trois genres de signaux pour le moment. En ce qui concerne les signaux anglais et américains, il semble qu'il y a une préférence pour les signaux anglais. Les Américains se décideront-ils à transformer leur signaux et à admettre le système anglais?

M. Sollenberger répond qu'il est difficile de savoir si les autorités responsables consentiront à faire rapidement la transformation des dispositifs d'émissions pour passer au système anglais. Il faudrait changer certaines pièces, ce qui entraînerait des dépenses.

Le Président croit que si l'Union astronomique prenait une résolution en faveur des signaux anglais, cela amènerait peut-être les Américains à transformer leur matériel. En conséquent, il propose de soumettre à l'Union astronomique une résolution tendant

à demander que le système américain soit transformé pour être conforme au système anglais.

M. Sollenberger considère comme important d'avoir, pour la précision des observations, des émissions qui donnent le plus grand nombre de battements possibles tombant sur une seconde ronde.

Le Président relève que les signaux anglais sont préférables aux signaux américains puisqu'ils donnent une émission continue avec possibilité de connaître le début de la minute.

M. Danjon demande si le Bureau de l'heure devrait aussi transformer ses signaux rythmés et Onogo? Sa préférence irait aux signaux anglais, mais tout à l'heure on a adopté une résolution pour le maintien des signaux Onogo et rythmés.

Le Président constate qu'à l'heure actuelle il est malheureusement encore nécessaire de maintenir trois sortes de signaux: Onogo (pour les navigateurs), rythmés (pour les géodésiens) et signaux de seconde (pour les astronomes). Mais si l'on pouvait réduire à ces trois types les nombreux types existant actuellement, on aurait déjà fait un très grand pas vers l'unification des systèmes existant dans le monde.

M. Danjon aimerait savoir si l'on demandera au B.I.H. de donner les trois genres de signaux, ce qui entraînerait une transformation des appareils et une dépense, comme pour les Américains.

Le Président répond que, pour le moment, le B.I.H. n'émet pas des signaux de tous les types indiqués dans le volume II des *Draft Reports*. Il semble que c'est à lui de décider quel type de signaux il doit émettre.

Puis la Commission adopte la résolution de maintenir trois types de signaux: Onogo, rythmés et le système anglais de battement de seconde.

La question suivante à l'ordre du jour est l'émission de fréquence étalonnée qui prendra, à l'avenir, une grande importance.

Puis on passe aux deux résolutions suivantes proposées par le B.I.H.:

(1) Que toutes les modifications dans le programme d'émission des signaux horaires soient communiquées au Bureau central télégraphique de Copenhague, pour que l'annonce de ces modifications puisse être connue par tous.

(2) Il est recommandé par le B.I.H. que les observatoires ayant un service horaire ne modifient pas la longitude conventionnelle qu'ils ont adoptée. Ils modifieraient l'homogénéité des résultats et ces variations sont trop petites vis-à-vis de la dispersion des observations.

M. Stoyko explique que, parfois, les observatoires changent leur longitude d'un centième de seconde et même moins. Comme les variations annuelles des résultats peuvent dépasser le centième, cela ne donne pas d'amélioration mais on démolit ainsi l'uniformité du système et, ensuite, on ne se souvient plus en quelle année ce changement a eu lieu. Pour l'étude des variations des longitudes, cela présente aussi une difficulté. Pour l'Observatoire de Washington, par exemple, la longitude diffère d'environ 3 à 4 centièmes de seconde. Si on la change, il faut changer les longitudes de tous les points géodésiques et il se produit des discontinuités. Les longitudes exactes n'existent pas.

M. Danjon demande que si ces résolutions sont adoptées, on indique que c'est sur la proposition du B.I.H. et de la Commission 31.

Le Président rappelle, en outre, la troisième proposition, c'est-à-dire qu'il est recommandé que les longitudes conventionnelles se rapportent à un point fixe dans l'observatoire. Il arrive que les longitudes données se rapportent à un instrument. Si cet instrument change de place, la valeur de la longitude conventionnelle change aussi et souvent le B.I.H. ne sait pas si une variation apparente de la longitude est due au déplacement de l'instrument ou à une autre cause; il faut communiquer tous les changements au B.I.H.

Ces trois propositions sont adoptées.

Le Président fait remarquer que ces trois propositions sont les dernières à figurer à l'ordre du jour. Il a été saisi d'une nouvelle demande d'un membre du Comité national japonais. Cette proposition se rapporte à la façon dont sont calculées certaines corrections

de l'heure à l'Observatoire de Greenwich, en particulier la façon de calculer la correction due à la variation du pôle et certaines variations saisonnières. Il faut appliquer ces corrections pour pouvoir extrapoler l'heure et pour augmenter la précision avec laquelle est faite l'étude des étalons de temps. Il est d'autant plus important, à l'heure actuelle où l'on dispose d'étalons de temps très précis, d'exécuter ces corrections car il ne faudrait pas croire que ce sont les étalons qui varient alors que la variation est due aux irrégularités de la rotation de la terre. Il est nécessaire de définir la notion courante d'un temps pseudo-uniforme de façon plus précise afin qu'elle puisse avoir un caractère international, c'est-à-dire qu'une même méthode puisse être utilisée pour la détermination de ce temps pseudo-uniforme, que de mêmes valeurs soient adoptées dans son calcul. Puisque cette notion n'a qu'un caractère temporaire, il est proposé ce qui suit :

(1) la correction que l'on doit appliquer au temps universel pour obtenir le temps pseudo-uniforme devrait être publiée comme une correction additionnelle dans les publications de corrections de l'heure ;

(2) cette correction devrait comprendre la variation de longitude de chaque observatoire où l'heure précise est observée, ainsi que les variations saisonnières de la rotation de la terre ;

(3) la méthode pour déterminer les valeurs de  $x$  et de  $y$ , adoptée pour le calcul de cette correction, devrait être fixée par la Commission. Il est nécessaire pour cela de prendre contact avec la Commission 19 et de lui demander de fournir au moins les valeurs provisoires mensuelles, les observations de latitude faites aux stations internationales et de communiquer ces valeurs mensuelles provisoires aux observatoires ayant un service horaire ;

(4) les mêmes valeurs devraient être adoptées internationalement pour la variation saisonnière de la rotation terrestre. On pourrait, par exemple, adopter les valeurs moyennes publiées par M. Stoyko dans les constantes fondamentales de l'astronomie 1950 ou celles utilisées à Greenwich.

Le Président fait remarquer qu'il serait difficile d'adopter les propositions japonaises car il faudrait connaître les valeurs de la variation du pôle. D'autre part, les irrégularités saisonnières de la rotation de la terre ne sont pas fixés, on ne peut fixer les constantes d'avance car elles varient d'une année à l'autre.

M. Hirayama explique ce qui a poussé à faire cette proposition ; elle émane du chef du service horaire de l'Observatoire de Tokyo. L'idée directrice est qu'il aimerait voir une base plus scientifique et plus internationale dans le calcul de l'heure.

M. Sollenberger estime qu'il est difficile à la Commission de proposer des valeurs de  $x$  et de  $y$ , ainsi que pour les irrégularités de rotation de la terre puisqu'elles varient. La méthode suivie à Greenwich est la bonne. On pourrait demander à chaque observatoire ayant un service de l'heure les corrections qu'il a utilisées.

Le Président pense que la première proposition japonaise (publication des corrections appliquées par les observatoires au calcul de l'heure) peut être adoptée par la Commission. C'est ce qui est fait à Greenwich et dans d'autres observatoires. Quant aux trois autres propositions : difficulté d'obtenir les valeurs des variations du pôle et des irrégularités terrestres, il ne semble pas qu'elles puissent être retenues par la Commission.

M. Stoyko rappelle qu'actuellement nous avons des services horaires sur tous les continents, sauf en Afrique. Autrefois, il existait des services horaires en Afrique ; maintenant il n'y en a plus. S'il était possible de parer à cette carence, ce serait très utile, surtout si l'observatoire était dans la région équatoriale où l'effet des variations du pôle est nul. Cet observatoire rendrait service pour l'étude des variations de longitudes.

M. Bourgeois mentionne que l'institut pour la recherche scientifique en Afrique centrale a installé une station de recherches importante qui dispose de sa puissance électrique nécessaire. On pourrait y installer des horloges à quartz et, éventuellement, une lunette zénithale photographique. Si la Commission appuie sur l'importance de ces recherches, peut-être pourrait-on obtenir plus facilement ce résultat.

Le Président est d'accord que l'installation d'une lunette zénithale photographique en Afrique centrale présente de l'intérêt pour la Commission et aussi pour celle des

variations de latitude. Cet observatoire présente donc un double intérêt astronomique et les deux Commissions pourraient émettre un vœu en faveur de l'établissement de l'instrument et du service indiqués par le professeur Bourgeois.

M. Sollenberger (le Président de la Commission 19) soutient la proposition. Il existe aussi un projet d'installation d'un tel observatoire en Amérique du Sud.

Le Président espère que les membres de la Commission sont tous d'accord sur l'intérêt qu'il y aurait à installer cette lunette zénithale.

M. Tardi propose de donner une forme plus générale à cette proposition car elle peut intéresser d'autres pays que la Belgique.

M. Bourgeois se déclare d'accord.

M. Stoyko vient d'apprendre qu'il existe un service horaire moderne en Afrique, à Lourenço-Marquês. Mais ce service n'envoie pas le résultat de ses observations au B.I.H. Il demande instamment que les observatoires, même les petits, qui font des observations horaires, envoient leurs résultats. Pour l'étude des longitudes, ces derniers peuvent présenter un très grand intérêt.

La proposition est adoptée ainsi qu'il suit :

La Commission 31 exprime le vœu qu'il est important que les horloges à quartz et une lunette zénithale photographique soient installées dans les régions équatoriales, pour la détermination de l'heure et des variations de latitude. Parce que l'effet des mouvements du pôle sur la détermination de l'heure est nul sur l'équateur, ces stations rendraient service pour l'étude des variations de longitude, tandis que les observations des variations de latitude auraient une valeur spéciale pour l'étude du mouvement polaire.

M. Hirayama recommande que la comparaison internationale des heures locales soit faite de façon plus précise entre les observatoires possédant un service horaire de haute précision. Bien qu'il soit toujours difficile de déterminer la vitesse des ondes radio-électriques, des recherches dans ce domaine serviront non seulement à résoudre nos propres problèmes, mais apporteront une contribution importante aux recherches ionosphériques.

Le Président répond qu'il n'a pas porté à la connaissance des membres cette proposition parce que, au cours d'une réunion commune des Commissions 18 (Position géographique) et 31 (Heure), on a envisagé une nouvelle opération mondiale des longitudes et que dans cette opération on portera la plus grande attention à la proposition japonaise.

Le compte rendu de la réunion commune des Commissions 18 et 31 est donné sous la Commission 18 à la p. 242.