

Resolutions adopted

Résolutions adoptées



Bureau
| **I**nternational des
| **P**oids et
| **M**esures

On the revision of the International System of Units (SI)

Resolution 1

The General Conference on Weights and Measures (CGPM), at its 26th meeting, **considering**

- ♦ the essential requirement for an International System of Units (SI) that is uniform and accessible world-wide for international trade, high-technology manufacturing, human health and safety, protection of the environment, global climate studies and the basic science that underpins all these,
- ♦ that the SI units must be stable in the long term, internally self-consistent and practically realizable being based on the present theoretical description of nature at the highest level,
- ♦ that a revision of the SI to meet these requirements was proposed in Resolution 1 adopted unanimously by the CGPM at its 24th meeting (2011) that laid out in detail a new way of defining the SI based on a set of seven defining constants, drawn from the fundamental constants of physics and other constants of nature, from which the definitions of the seven base units are deduced,
- ♦ that the conditions set by the CGPM at its 24th meeting (2011), confirmed at its 25th meeting (2014), before such a revised SI could be adopted have now been met,

decides that, effective from 20 May 2019, the International System of Units, the SI, is the system of units in which:

- ♦ the unperturbed ground state hyperfine transition frequency of the caesium 133 atom $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ is 9 192 631 770 Hz,
- ♦ the speed of light in vacuum c is 299 792 458 m/s,
- ♦ the Planck constant h is $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J s,
- ♦ the elementary charge e is $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C,
- ♦ the Boltzmann constant k is $1.380\,649 \times 10^{-23}$ J/K,
- ♦ the Avogadro constant N_{A} is $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol⁻¹,
- ♦ the luminous efficacy of monochromatic radiation of frequency 540×10^{12} Hz, K_{cd} , is 683 lm/W,

Sur la révision du Système international d'unités (SI)

Résolution 1

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 26^e réunion, **considérant**

- ♦ qu'il est essentiel de disposer d'un Système international d'unités (SI) uniforme et accessible dans le monde entier, pour le commerce international, l'industrie de haute technologie, la santé humaine et la sécurité, la protection de l'environnement, les études sur l'évolution du climat, ainsi que la science fondamentale qui étaye tous ces domaines,
- ♦ que les unités du SI doivent être stables sur le long terme, auto-cohérentes et réalisables dans la pratique, en étant fondées sur la description théorique actuelle de la nature, au plus haut niveau,
- ♦ qu'une révision du SI visant à satisfaire ces exigences a été proposée dans la Résolution 1 adoptée à l'unanimité par la CGPM à sa 24^e réunion (2011), qui expose en détail une nouvelle façon de définir le SI à partir d'un ensemble de sept constantes, choisies parmi les constantes fondamentales de la physique et d'autres constantes de la nature, à partir desquelles les définitions des sept unités de base sont déduites,
- ♦ que les conditions requises par la CGPM à sa 24^e réunion (2011), confirmées à sa 25^e réunion (2014), pour procéder à l'adoption d'une telle révision du SI sont désormais remplies,

décide qu'à compter du 20 mai 2019, le Système international d'unités, le SI, est le système d'unités selon lequel :

- ♦ la fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, est égale à 9 192 631 770 Hz,
- ♦ la vitesse de la lumière dans le vide, c , est égale à 299 792 458 m/s,
- ♦ la constante de Planck, h , est égale à $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J s,
- ♦ la charge élémentaire, e , est égale à $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C,
- ♦ la constante de Boltzmann, k , est égale à $1,380\,649 \times 10^{-23}$ J/K,
- ♦ la constante d'Avogadro, N_{A} , est égale à $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol⁻¹,
- ♦ l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} Hz, K_{cd} , est égale à 683 lm/W,

where the hertz, joule, coulomb, lumen, and watt, with unit symbols Hz, J, C, lm, and W, respectively, are related to the units second, metre, kilogram, ampere, kelvin, mole, and candela, with unit symbols s, m, kg, A, K, mol, and cd, respectively, according to $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$, $\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$, $\text{C} = \text{A s}$, $\text{lm} = \text{cd m}^2 \text{m}^{-2} = \text{cd sr}$, and $\text{W} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$.

notes the consequences as set out in Resolution 1 adopted by the CGPM at its 24th meeting (2011) in respect of the base units of the SI and confirms these in the following Appendices to this Resolution, which have the same force as the Resolution itself,

invites the International Committee for Weights and Measures (CIPM) to produce a new edition of its Brochure entitled “*The International System of Units*” in which a full description of the revised SI will be given.

Appendix 1. Abrogation of former definitions of the base units

It follows from the new definition of the SI described above that, effective from 20 May 2019:

- ♦ the definition of the second in force since 1967/68 (13th meeting of the CGPM, Resolution 1) is abrogated,
- ♦ the definition of the metre in force since 1983 (17th meeting of the CGPM, Resolution 1) is abrogated,
- ♦ the definition of the kilogram in force since 1889 (1st meeting of the CGPM, 1889, 3rd meeting of the CGPM, 1901) based upon the mass of the international prototype of the kilogram is abrogated,
- ♦ the definition of the ampere in force since 1948 (9th meeting of the CGPM) based upon the definition proposed by the CIPM (1946, Resolution 2) is abrogated,
- ♦ the definition of the kelvin in force since 1967/68 (13th meeting of the CGPM, Resolution 4) is abrogated,
- ♦ the definition of the mole in force since 1971 (14th meeting of the CGPM, Resolution 3) is abrogated,
- ♦ the definition of the candela in force since 1979 (16th meeting of the CGPM, Resolution 3) is abrogated,
- ♦ the decision to adopt the conventional values of the Josephson constant K_{J-90} and of the von Klitzing constant R_{K-90} taken by the CIPM (1988, Recommendations 1 and 2) at the request of the CGPM (18th meeting of the CGPM, 1987, Resolution 6) for the establishment of representations of the volt and the ohm using the Josephson and quantum Hall effects, respectively, is abrogated.

où les unités hertz, joule, coulomb, lumen et watt, qui ont respectivement pour symbole Hz, J, C, lm et W, sont reliées aux unités seconde, mètre, kilogramme, ampère, kelvin, mole et candela, qui ont respectivement pour symbole s, m, kg, A, K, mol et cd, selon les relations $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$, $\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$, $\text{C} = \text{A s}$, $\text{lm} = \text{cd m}^2 \text{m}^{-2} = \text{cd sr}$, et $\text{W} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$.

prend acte des conséquences de la révision du SI concernant les unités de base du SI, énoncées dans la Résolution 1 adoptée par la CGPM à sa 24^e réunion (2011), et les confirme dans les annexes de la présente résolution, qui ont même force que la résolution elle-même,

invite le Comité international des poids et mesures (CIPM) à publier une nouvelle édition de la *Brochure sur le SI*, « Le Système international d’unités », contenant une description complète du SI révisé.

Annexe 1. Abrogation des précédentes définitions des unités de base

Il résulte de la nouvelle définition du SI décrite ci-dessus qu’à compter du 20 mai 2019 :

- ♦ la définition de la seconde en vigueur depuis 1967/68 (13^e réunion de la CGPM, Résolution 1) est abrogée,
- ♦ la définition du mètre en vigueur depuis 1983 (17^e réunion de la CGPM, Résolution 1) est abrogée,
- ♦ la définition du kilogramme en vigueur depuis 1889 (1^{ère} réunion de la CGPM, 1889, 3^e réunion de la CGPM, 1901), établie à partir de la masse du prototype international du kilogramme, est abrogée,
- ♦ la définition de l’ampère en vigueur depuis 1948 (9^e réunion de la CGPM), établie à partir de la définition proposée par le CIPM (1946, Résolution 2), est abrogée,
- ♦ la définition du kelvin en vigueur depuis 1967/68 (13^e réunion de la CGPM, Résolution 4) est abrogée,
- ♦ la définition de la mole en vigueur depuis 1971 (14^e réunion de la CGPM, Résolution 3) est abrogée,
- ♦ la définition de la candela en vigueur depuis 1979 (16^e réunion de la CGPM, Résolution 3) est abrogée,
- ♦ la décision d’adopter les valeurs conventionnelles de la constante de Josephson K_{J-90} et de la constante de von Klitzing R_{K-90} , prise par le CIPM (1988, Recommendations 1 et 2) à la demande de la CGPM (18^e réunion de la CGPM, 1987, Résolution 6) pour l’établissement des représentations du volt et de l’ohm à l’aide des effets Josephson et Hall quantique, respectivement, est abrogée.

Appendix 2. Status of constants previously used in the former definitions

It follows from the new definition of the SI described above, and from the recommended values of the 2017 special adjustment of the Committee on Data for Science and Technology (CODATA) on which the values of the defining constants are based, that effective from 20 May 2019:

- ♦ the mass of the international prototype of the kilogram $m(K)$ is equal to 1 kg within a relative standard uncertainty equal to that of the recommended value of h at the time this Resolution was adopted, namely 1.0×10^{-8} and that in the future its value will be determined experimentally,
- ♦ the vacuum magnetic permeability μ_0 is equal to $4\pi \times 10^{-7}$ H m⁻¹ within a relative standard uncertainty equal to that of the recommended value of the fine-structure constant α at the time this Resolution was adopted, namely 2.3×10^{-10} and that in the future its value will be determined experimentally,
- ♦ the thermodynamic temperature of the triple point of water T_{TPW} is equal to 273.16 K within a relative standard uncertainty closely equal to that of the recommended value of k at the time this Resolution was adopted, namely 3.7×10^{-7} , and that in the future its value will be determined experimentally,
- ♦ the molar mass of carbon 12, $M(^{12}\text{C})$, is equal to 0.012 kg mol⁻¹ within a relative standard uncertainty equal to that of the recommended value of $N_A h$ at the time this Resolution was adopted, namely 4.5×10^{-10} , and that in the future its value will be determined experimentally.

Appendix 3. The base units of the SI

Starting from the new definition of the SI described above in terms of fixed numerical values of the defining constants, definitions of each of the seven base units are deduced by taking, as appropriate, one or more of these defining constants to give the following set of definitions, effective from 20 May 2019:

- ♦ The second, symbol s, is the SI unit of time. It is defined by taking the fixed numerical value of the caesium frequency $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, the unperturbed ground-state hyperfine transition frequency of the caesium 133 atom, to be 9 192 631 770 when expressed in the unit Hz, which is equal to s⁻¹.

Annexe 2. Statut des constantes utilisées antérieurement dans les anciennes définitions

Il résulte de la nouvelle définition du SI décrite ci-dessus, et des valeurs recommandées dans l'ajustement spécial de 2017 du *Committee on Data for Science and Technology* (CODATA), sur lesquelles se fondent les valeurs des constantes choisies pour définir le SI, qu'à compter du 20 mai 2019 :

- ♦ la masse du prototype international du kilogramme, $m(K)$, est égale à 1 kg avec une incertitude-type relative égale à celle de la valeur recommandée de h au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir $1,0 \times 10^{-8}$; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale,
- ♦ la perméabilité magnétique du vide, μ_0 , est égale à $4\pi \times 10^{-7}$ H m⁻¹ avec une incertitude-type relative égale à celle de la valeur recommandée de la constante de structure fine α au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir $2,3 \times 10^{-10}$; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale,
- ♦ la température thermodynamique du point triple de l'eau, T_{TPW} , est égale à 273,16 K avec une incertitude-type relative presque égale à celle de la valeur recommandée de k au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir $3,7 \times 10^{-7}$; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale,
- ♦ la masse molaire du carbone 12, $M(^{12}\text{C})$, est égale à 0,012 kg mol⁻¹ avec une incertitude-type relative égale à celle de la valeur recommandée de $N_A h$ au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir $4,5 \times 10^{-10}$; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale.

Annexe 3. Les unités de base du SI

La nouvelle définition du SI décrite ci-dessus, fondée sur les valeurs numériques fixées des constantes choisies, permet de déduire la définition de chacune des sept unités de base du SI à l'aide d'une ou plusieurs de ces constantes, selon les cas. Les définitions qui en découlent, qui prendront effet à compter du 20 mai 2019, sont les suivantes :

- ♦ La seconde, symbole s, est l'unité de temps du SI. Elle est définie en prenant la valeur numérique fixée de la fréquence du césium, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, la fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé, égale à 9 192 631 770 lorsqu'elle est exprimée en Hz, unité égale à s⁻¹.

- ◆ The metre, symbol m, is the SI unit of length. It is defined by taking the fixed numerical value of the speed of light in vacuum c to be 299 792 458 when expressed in the unit m/s, where the second is defined in terms of $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ The kilogram, symbol kg, is the SI unit of mass. It is defined by taking the fixed numerical value of the Planck constant h to be $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ when expressed in the unit J s, which is equal to $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, where the metre and the second are defined in terms of c and $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ The ampere, symbol A, is the SI unit of electric current. It is defined by taking the fixed numerical value of the elementary charge e to be $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ when expressed in the unit C, which is equal to A s, where the second is defined in terms of $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ The kelvin, symbol K, is the SI unit of thermodynamic temperature. It is defined by taking the fixed numerical value of the Boltzmann constant k to be $1.380\,649 \times 10^{-23}$ when expressed in the unit J K^{-1} , which is equal to $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$, where the kilogram, metre and second are defined in terms of h , c and $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ The mole, symbol mol, is the SI unit of amount of substance. One mole contains exactly $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$ elementary entities. This number is the fixed numerical value of the Avogadro constant, N_{A} , when expressed in the unit mol^{-1} and is called the Avogadro number.
- ◆ The amount of substance, symbol n , of a system is a measure of the number of specified elementary entities. An elementary entity may be an atom, a molecule, an ion, an electron, any other particle or specified group of particles.
- ◆ The candela, symbol cd, is the SI unit of luminous intensity in a given direction. It is defined by taking the fixed numerical value of the luminous efficacy of monochromatic radiation of frequency 540×10^{12} Hz, K_{cd} , to be 683 when expressed in the unit lm W^{-1} , which is equal to cd sr W^{-1} , or $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$, where the kilogram, metre and second are defined in terms of h , c and $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ Le mètre, symbole m, est l'unité de longueur du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la vitesse de la lumière dans le vide, c , égale à 299 792 458 lorsqu'elle est exprimée en m/s, la seconde étant définie en fonction de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ Le kilogramme, symbole kg, est l'unité de masse du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Planck, h , égale à $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ lorsqu'elle est exprimée en J s, unité égale à $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, le mètre et la seconde étant définis en fonction de c et $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ L'ampère, symbole A, est l'unité de courant électrique du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la charge élémentaire, e , égale à $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ lorsqu'elle est exprimée en C, unité égale à A s, la seconde étant définie en fonction de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ Le kelvin, symbole K, est l'unité de température thermodynamique du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Boltzmann, k , égale à $1,380\,649 \times 10^{-23}$ lorsqu'elle est exprimée en J K^{-1} , unité égale à $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$, le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de h , c et $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.
- ◆ La mole, symbole mol, est l'unité de quantité de matière du SI. Une mole contient exactement $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ entités élémentaires. Ce nombre, appelé « nombre d'Avogadro », correspond à la valeur numérique fixée de la constante d'Avogadro, N_{A} , lorsqu'elle est exprimée en mol^{-1} .
- ◆ La quantité de matière, symbole n , d'un système est une représentation du nombre d'entités élémentaires spécifiées. Une entité élémentaire peut être un atome, une molécule, un ion, un électron, ou toute autre particule ou groupement spécifié de particules.
- ◆ La candela, symbole cd, est l'unité du SI d'intensité lumineuse dans une direction donnée. Elle est définie en prenant la valeur numérique fixée de l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} Hz, K_{cd} , égale à 683 lorsqu'elle est exprimée en lm W^{-1} , unité égale à cd sr W^{-1} , ou $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$, le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de h , c et $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

On the definition of time scales

Resolution 2

The General Conference on Weights and Measures (CGPM), at its 26th meeting, **considering** that

- ♦ Resolution 1 adopted by the CGPM at its 14th meeting (1971) requested the CIPM to define International Atomic Time (TAI),
- ♦ no complete self-contained definition of TAI has been provided officially by the CIPM,
- ♦ the Consultative Committee for the Definition of the Second (CCDS) proposed in its Recommendation S2 (1970) a definition which was extended by a Declaration of the CCDS in 1980,
- ♦ the CGPM at its 15th meeting (1975) noted that Coordinated Universal Time (UTC), derived from TAI, provides the basis of civil time, and strongly endorsed this usage,

recognizing that

- ♦ the mission of the BIPM is to ensure and promote the global comparability of measurements, including the provision of a coherent international system of units,
- ♦ the International Astronomical Union (IAU) and the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) with the International Association of Geodesy (IAG) are responsible for defining reference systems for Earth and space applications,
- ♦ the International Telecommunication Union Radiocommunication Sector (ITU-R) is responsible for coordinating the dissemination of time and frequency signals and making relevant recommendations,
- ♦ the International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS), a service of the IAU and IUGG, is responsible for providing information required to relate terrestrial and celestial reference systems, including time-varying measurements of the Earth's rotation angle, UT1 – UTC, the low-precision prediction of UT1 – UTC for time signal broadcasts, DUT1, and for deciding and announcing leap second insertions,

Sur la définition des échelles de temps

Résolution 2

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 26^e réunion, **considérant** que

- ♦ la Résolution 1 adoptée par la CGPM à sa 14^e réunion (1971) demande au CIPM de donner une définition du Temps atomique international (TAI),
- ♦ aucune définition exhaustive et autonome du TAI n'a été établie de façon officielle par le CIPM,
- ♦ le Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS) a proposé, dans sa Recommendation S2 (1970), une définition du TAI qui a été complétée en 1980 par une déclaration du CCDS,
- ♦ la CGPM, lors de sa 15^e réunion (1975), a constaté que le Temps universel coordonné (UTC), dérivé du TAI, est à la base du temps civil et a estimé son emploi parfaitement recommandable,

reconnaissant que

- ♦ la mission du BIPM est d'assurer et de promouvoir la comparabilité mondiale des mesures, en fournissant notamment un système international d'unités cohérent,
- ♦ l'Union astronomique internationale (UAI) et l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI), avec l'Association internationale de géodésie (AIG), ont pour responsabilité de définir des systèmes de référence pour les applications spatiales et terrestres,
- ♦ l'Union internationale des télécommunications – Secteur des radiocommunications (UIT-R) a pour responsabilité de coordonner la dissémination des signaux de temps et de fréquence et de formuler des recommandations pertinentes,
- ♦ le Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence (IERS), un service de l'UAI et de l'UGGI, a pour responsabilité de fournir les informations requises afin de relier les systèmes de référence terrestre et céleste, parmi lesquelles : les mesures variant dans le temps de l'angle de rotation de la Terre, UT1 – UTC ; la prédiction de faible précision d'UT1 – UTC transmise par les signaux de temps, DUT1 ; et les données permettant de décider et d'annoncer l'insertion des secondes intercalaires,

noting that

- ♦ Resolution A4 (1991) of the IAU defined, in Recommendations I and II, the Geocentric Reference System as a system of space-time coordinates for the Earth within the framework of general relativity, and, in Recommendation III, named the time coordinate of that reference system “Geocentric Coordinate Time” (TCG),
- ♦ Resolution A4 (1991) of the IAU further defined, in Recommendation IV, Terrestrial Time (TT) as another time coordinate in the Geocentric Reference System, differing from TCG by a constant rate; the unit of measurement of TT being chosen to agree with the SI second on the geoid,
- ♦ Resolution B1.9 (2000) of the IAU redefined TT to be a time scale differing from TCG by a constant rate: $dTT/dTCG = 1 - L_G$, where $L_G = 6.969\,290\,134 \times 10^{-10}$ is a defining constant (the numerical value of L_G was chosen to conform to the value $W_0 = 62\,636\,856.0 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ for the gravity potential on the geoid as recommended by Special Commission 3 of the IAG in 1999),
- ♦ the redefinition of TT in 2000 introduced an ambiguity between TT and TAI as the CCDS had stated in 1980 that TAI was to have “*the SI second as realized on the rotating geoid as the scale unit*” while the definition of TT does not refer to the geoid,

states that

- ♦ TAI is a continuous time scale produced by the BIPM based on the best realizations of the SI second, and is a realization of TT as defined by IAU Resolution B1.9 (2000),
- ♦ in the transformation from the proper time of a clock to TAI, the relativistic rate shift is computed with respect to the conventionally adopted equipotential $W_0 = 62\,636\,856.0 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ of the Earth’s gravity potential, which conforms to the constant L_G defining the rate of TT,
- ♦ as stated in the IAU Resolution A4 (1991), $TT - TAI = 32.184 \text{ s}$ exactly at 1 January 1977, 0h TAI at the geocentre, in order to ensure continuity of TT with Ephemeris Time,

notant que

- ♦ la Résolution A4 (1991) de l’UAI définit, dans ses Recommandations I et II, le Système de référence géocentrique comme un système de coordonnées spatio-temporelles pour la Terre dans le cadre de la théorie de relativité générale, et nomme, dans sa Recommandation III, le temps-coordonnée de ce système de référence le « Temps-coordonnée géocentrique (TCG) »,
- ♦ la Résolution A4 (1991) de l’UAI définit en outre, dans sa Recommandation IV, le Temps terrestre (TT) comme un autre temps-coordonnée dans le Système de référence géocentrique, différant du TCG par une marche constante, l’unité d’échelle de TT étant choisie de sorte qu’elle s’accorde avec la seconde du SI sur le géoïde,
- ♦ la Résolution B1.9 (2000) de l’UAI redéfinit TT comme une échelle de temps qui diffère du TCG par une marche constante : $dTT/dTCG = 1 - L_G$, où $L_G = 6,969\,290\,134 \times 10^{-10}$ est une constante de définition (la valeur numérique de L_G a été choisie pour se conformer à la valeur de $W_0 = 62\,636\,856,0 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ pour le potentiel de pesanteur sur le géoïde tel que recommandé par la Commission spéciale 3 de l’AIG en 1999),
- ♦ la redefinition de TT en 2000 a introduit une ambiguïté entre TT et le TAI car le CCDS avait déclaré en 1980 que le TAI avait « comme unité d’échelle la seconde du SI telle qu’elle est réalisée sur le géoïde en rotation » alors que la définition de TT ne fait pas référence au géoïde,

déclare que

- ♦ le TAI est une échelle de temps continue produite par le BIPM à partir des meilleures réalisations de la seconde du SI et que c’est une réalisation de TT comme défini dans la Résolution B1.9 (2000) de l’UAI,
- ♦ pour la conversion du temps propre d’une horloge en TAI, le décalage relativiste de fréquence est calculé par rapport à la surface équipotentielle $W_0 = 62\,636\,856,0 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ du potentiel de pesanteur de la Terre, adoptée de façon conventionnelle, en conformité avec la constante L_G définissant la marche de TT,
- ♦ tel qu’indiqué dans la Résolution A4 (1991) de l’UAI, $TT - TAI$ est égal à 32,184 s exactement au 1^{er} janvier 1977, 0h TAI au géocentre, pour assurer une continuité de TT avec le temps des éphémérides,

- ♦ UTC produced by the BIPM, based on TAI, is the only recommended time scale for international reference and the basis of civil time in most countries,
- ♦ UTC differs from TAI only by an integral number of seconds as published by the BIPM,
- ♦ users can derive the rotation angle of the Earth by applying to UTC the observed or predicted values of $UT1 - UTC$, as provided by the IERS,
- ♦ UTC provides a means to measure time intervals and to disseminate the standard of frequency during intervals in which leap seconds do not occur,
- ♦ traceability to UTC is obtained through local real-time realizations “UTC(*k*)” maintained by laboratories contributing data to the calculation of UTC, identified by “*k*”,

confirms that

1. International Atomic Time (TAI) is a continuous time scale produced by the BIPM based on the best realizations of the SI second. TAI is a realization of Terrestrial Time (TT) with the same rate as that of TT, as defined by the IAU Resolution B1.9 (2000),
2. Coordinated Universal Time (UTC) is a time scale produced by the BIPM with the same rate as TAI, but differing from TAI only by an integral number of seconds,

and **recommends** that

- ♦ all relevant unions and organizations consider these definitions and work together to develop a common understanding on reference time scales, their realization and dissemination with a view to consider the present limitation on the maximum magnitude of $UT1 - UTC$ so as to meet the needs of the current and future user communities,
- ♦ all relevant unions and organizations work together to improve further the accuracy of the prediction of $UT1 - UTC$ and the method for its dissemination to satisfy the future requirements of users.

- ♦ l’UTC produit par le BIPM, fondé sur le TAI, est l’unique échelle de temps recommandée comme référence internationale et qu’il est à la base du temps civil dans la plupart des pays,
- ♦ l’UTC diffère du TAI seulement par un nombre entier de secondes, tel que publié par le BIPM,
- ♦ les utilisateurs peuvent dériver l’angle de rotation de la Terre en appliquant à l’UTC les valeurs observées ou prédites d’ $UT1 - UTC$, telles que fournies par l’IERS,
- ♦ l’UTC fournit un moyen de mesurer les intervalles de temps et de disséminer l’étalon de fréquence pendant les intervalles qui ne comprennent pas de secondes intercalaires,
- ♦ la traçabilité à l’UTC est obtenue par l’intermédiaire des réalisations locales en temps réel maintenues par les laboratoires participant au calcul de l’UTC, dénommées « UTC(*k*) » où « *k* » identifie un laboratoire particulier,

confirme que

1. le Temps atomique international (TAI) est une échelle de temps continue produite par le BIPM à partir des meilleures réalisations de la seconde du SI. Le TAI est une réalisation du Temps terrestre (TT) ayant la même marche que TT, tel que défini par l’IAU dans sa Résolution B1.9 (2000),
2. le Temps universel coordonné (UTC) est une échelle de temps produite par le BIPM ayant la même marche que le TAI mais différant du TAI par un nombre entier de secondes seulement,

et **recommande**

- ♦ à toutes les organisations et unions concernées de prendre en compte ces définitions et de travailler ensemble afin de parvenir à une compréhension commune des échelles de temps de référence, de leur réalisation et de leur dissémination, l’objectif étant d’examiner les limites actuelles de l’amplitude maximale d’ $UT1 - UTC$ afin de répondre aux besoins des communautés d’utilisateurs actuelles et à venir,
- ♦ à toutes les organisations et unions concernées de travailler ensemble pour améliorer davantage l’exactitude de la prédiction d’ $UT1 - UTC$ et sa méthode de dissémination afin de satisfaire les futures exigences des utilisateurs.

On the objectives of the BIPM

Resolution 3

The General Conference on Weights and Measures (CGPM), at its 26th meeting, **considering**

- ♦ the world-wide use of the metric system – now the International System of Units (SI),
- ♦ Resolution 3 adopted by the CGPM at its 21st meeting (1999), which considers that all States, not only those that are Parties to the Metre Convention, engage in measurements which are related to trade and need to be traceable to the SI,
- ♦ Resolution 4 adopted by the CGPM at its 22nd meeting (2003), which considers the desirability of extending the number of Member States or Associates so as to increase the impact and benefit of participation in the Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM),
- ♦ that best practice in communication, transparency and governance has been implemented following adoption of Resolution 10 by the CGPM at its 24th meeting (2011), on the role, mission, objectives, long-term strategy and governance of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM),
- ♦ Resolution 4 adopted by the CGPM at its 25th meeting (2014) on the Dotation of the BIPM for the years 2016 to 2019, which urges Member States, as well as international organizations, private organizations and foundations to maintain the provision of additional voluntary support of all kinds to support specific BIPM mission-related activities, particularly those that facilitate participation in the activities of the BIPM by those States with emerging metrology systems,

noting

- ♦ the importance of the use of the SI for innovation, industrial and societal needs,
- ♦ the continuing role of the BIPM following the revision of the International System of Units (SI),

Sur les objectifs du BIPM

Résolution 3

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 26^e réunion, **considérant**

- ♦ l'utilisation mondiale du système métrique, désormais dénommé le Système international d'unités (SI),
- ♦ la Résolution 3 adoptée par la CGPM à sa 21^e réunion (1999), considérant que tous les États, et pas uniquement ceux qui sont Parties à la Convention du Mètre, s'engagent dans des mesures liées au commerce qui doivent être traçables au SI,
- ♦ la Résolution 4 adoptée par la CGPM à sa 22^e réunion (2003), considérant combien il est souhaitable d'augmenter le nombre des États Membres et des Associés afin d'accroître l'impact et les avantages de la participation à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (CIPM MRA) rédigé par le Comité international des poids et mesures (CIPM),
- ♦ la mise en œuvre des meilleures pratiques en matière de communication, de transparence et de gouvernance suite à l'adoption de la Résolution 10 par la CGPM à sa 24^e réunion (2011) sur le rôle, la mission, les objectifs, la stratégie à long terme et la gouvernance du Bureau international des poids et mesures (BIPM),
- ♦ la Résolution 4 adoptée par la CGPM à sa 25^e réunion (2014) sur la dotation du BIPM pour les années 2016 à 2019, qui prie instamment les États Membres, ainsi que les organisations internationales, les organismes privés et les fondations de continuer à apporter un soutien volontaire supplémentaire de toute sorte afin de soutenir des activités spécifiques liées à la mission du BIPM, en particulier celles qui faciliteront la participation aux activités du BIPM d'États dont le système métrologique est émergent,

notant

- ♦ l'importance de l'utilisation du SI pour favoriser l'innovation et répondre aux besoins industriels et sociétaux,
- ♦ le rôle que continuera à assumer le BIPM après la révision du Système international d'unités (SI),

- ◆ the success of the CIPM MRA and the implementation of the recommendations following its recent review,
- ◆ the core role of metrology within the international Quality Infrastructure and the importance of international recognition of measurements for conformity assessment,
- ◆ the growing interest in participation in the activities of the BIPM, particularly from States with emerging metrology systems,

welcomes

- ◆ the revised strategy and objectives for the BIPM, agreed by the CIPM, allowing planning beyond the four-year cycle of the BIPM Work Programme and leading to best use of resources, including investment in people, infrastructure and equipment,
- ◆ the development of a long-term strategic view which, together with a consolidated planning process, underpins the development of the BIPM Work Programme in consultation with Member States,
- ◆ the continuous efforts of the BIPM to engage more States in its activities,
- ◆ the recognition of a common definition for the Quality Infrastructure by the World Bank and the ten international and intergovernmental organizations that form the network on metrology, accreditation, standardization and conformity assessment for developing countries (DCMAS Network), including the BIPM,

Confirms

that the objectives of the BIPM are to:

- ◆ represent the world-wide measurement community, aiming to maximize its uptake and impact,
- ◆ be a centre for scientific and technical collaboration between Member States, providing capabilities for international measurement comparisons on a shared-cost basis,

- ◆ le succès du CIPM MRA et la mise en œuvre des recommandations établies lors de son récent examen,
- ◆ le rôle fondamental de la métrologie dans l'infrastructure internationale de la qualité et l'importance de la reconnaissance internationale des mesures pour l'évaluation de la conformité,
- ◆ l'intérêt croissant à participer aux activités du BIPM, en particulier de la part d'États dont le système métrologique est émergent,

accueille favorablement

- ◆ la stratégie et les objectifs révisés du BIPM, approuvés par le CIPM, permettant une planification au-delà du cycle de quatre ans du Programme de travail du BIPM et conduisant à une utilisation optimale des ressources, y compris des investissements dans le personnel, l'infrastructure et les équipements,
- ◆ le développement d'une vision stratégique à long terme qui, associée à un processus de planification consolidée, étaye le développement du Programme de travail du BIPM en consultation avec les États Membres,
- ◆ les efforts continus du BIPM afin qu'un plus grand nombre d'États participent à ses activités,
- ◆ la reconnaissance d'une définition commune concernant l'infrastructure de la qualité par la Banque mondiale et les dix organisations intergouvernementales et organismes internationaux formant le réseau de métrologie, d'accréditation et de normalisation pour les pays en développement (Réseau DCMAS), dont le BIPM,

Confirme

que les objectifs du BIPM sont les suivants :

- ◆ représenter la communauté métrologique internationale afin d'en maximiser la reconnaissance et l'impact,
- ◆ être un centre de collaboration scientifique et technique entre les États Membres, leur permettant de développer des aptitudes pour les comparaisons internationales de mesure, sur le principe des frais partagés,

- ◆ be the coordinator of the world-wide measurement system, ensuring it gives comparable and internationally accepted measurement results,

that fulfilling the BIPM mission and objectives is complemented by its work in:

- ◆ capacity building, which aims to achieve a global balance between the metrology capabilities in Member States,
- ◆ knowledge transfer, which ensures that the work of the BIPM has the greatest impact.

- ◆ coordonner le système mondial de mesure, en garantissant la comparabilité et la reconnaissance au niveau international des résultats de mesures,

que la mission et les objectifs du BIPM sont étayés par son travail dans les domaines suivants :

- ◆ le renforcement des capacités, avec pour objectif de parvenir à un équilibre global des aptitudes métrologiques des États Membres,
- ◆ le transfert de connaissances, qui permet de garantir que le travail du BIPM a le plus grand impact possible.

On the dotation of the BIPM for the years 2020 to 2023

Resolution 4

The General Conference on Weights and Measures (CGPM), at its 26th meeting, **considering**

- ♦ the increased importance of the work of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM) to international trade, to industrial innovation, to monitor the global environment, to human health and medicine, to food and forensic science in all Member States,
- ♦ the recognition of the BIPM as the scientifically expert intergovernmental organization in metrology and the added value and cost efficiency it provides to all Member States in technical and economic terms,
- ♦ the manner in which the BIPM continues to adopt best management practice and to improve the efficiency of its operation,
- ♦ Resolution 7 adopted by the CGPM at its 16th meeting (1979) establishing a principle for the determination of the base dotation,

noting

- ♦ the current world financial situation and the financial constraints that Member States continue to experience,

welcomes

- ♦ the support of all kinds provided to the BIPM by National Metrology Institutes, in particular by way of secondment of staff to the BIPM, and support for the BIPM Capacity Building and Knowledge Transfer programme,

Sur la dotation du BIPM pour les années 2020 à 2023

Résolution 4

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 26^e réunion, **considérant**

- ♦ l'importance croissante du travail du Bureau international des poids et mesures (BIPM), dans tous les États Membres, pour le commerce international, l'innovation dans le secteur industriel, la surveillance du changement climatique, la santé humaine et la médecine, l'alimentation et la médecine légale,
- ♦ le fait que le BIPM est reconnu comme l'organisation intergouvernementale scientifique experte dans le domaine de la métrologie, ainsi que la valeur ajoutée et l'optimisation des coûts que le travail du BIPM apporte aux États Membres sur les plans technique et économique,
- ♦ la façon dont le BIPM continue d'adopter les meilleures pratiques de gestion et d'améliorer l'efficacité de son fonctionnement,
- ♦ la Résolution 7 adoptée par la CGPM à sa 16^e réunion (1979), établissant le principe de détermination de la dotation de base,

notant

- ♦ la situation financière mondiale actuelle et les contraintes financières auxquelles les États Membres continuent d'être soumis,

accueille favorablement

- ♦ le soutien de toutes sortes apporté au BIPM par les laboratoires nationaux de métrologie, en particulier par voie de détachement de membres de leur personnel auprès du BIPM, ainsi que le soutien concernant le programme du BIPM de renforcement des capacités et de transfert des connaissances,

decides that

- ◆ the annual dotation of the BIPM, as defined in Article 6 (1921) of the Regulations annexed to the Metre Convention, will be set in such a way that, for those States that are Parties to the Metre Convention at the time of the 26th meeting of the CGPM, it shall be:

12 356 526 euros in 2020

12 480 091 euros in 2021

12 604 892 euros in 2022

12 730 941 euros in 2023

encourages

- ◆ Member States, as well as international organizations, private organizations and foundations to maintain the provision of additional voluntary support of all kinds to support specific BIPM mission-related activities, particularly those that facilitate participation in the activities of the BIPM by those countries without well-developed metrology infrastructure.

décide que

- ◆ la dotation annuelle du BIPM, telle que définie à l'article 6 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, sera fixée de façon à ce qu'elle corresponde, pour les États Parties à la Convention du Mètre au moment de la 26^e réunion de la CGPM, à :

12 356 526 euros en 2020

12 480 091 euros en 2021

12 604 892 euros en 2022

12 730 941 euros en 2023

encourage

- ◆ les États Membres, ainsi que les organisations internationales, les organismes privés et les fondations à continuer à apporter un soutien volontaire supplémentaire de toutes sortes afin de soutenir des activités spécifiques liées à la mission du BIPM, en particulier celles qui facilitent la participation aux activités du BIPM de pays qui ne disposent pas d'une infrastructure métrologique bien développée.

On the financial arrears of Member States and the process of exclusion

Resolution 5

The General Conference on Weights and Measures (CGPM), at its 26th meeting, recalling that

- ♦ Article 6 paragraphs 6 to 8 (1921) of the Regulations annexed to the Metre Convention reads as follows:

« 6. Si un État est demeuré trois années sans effectuer le versement de sa contribution, celle-ci est répartie entre les autres États, au prorata de leurs propres contributions. Les sommes supplémentaires, versées ainsi par les États pour parfaire le montant de la dotation du Bureau, sont considérées comme une avance faite à l'État retardataire, et leur sont remboursées si celui-ci vient à acquitter ses contributions arriérées.

7. Les avantages et prérogatives conférés par l'adhésion à la Convention du Mètre sont suspendus à l'égard des États déficitaires de trois années.

8. Après trois nouvelles années, l'État déficitaire est exclu de la Convention, et le calcul des contributions est rétabli conformément aux dispositions de l'article 20 du présent Règlement. »¹

- ♦ Resolution 8 adopted by the CGPM at its 23rd meeting (2007) on financial arrears of Member States sets a procedure concerning States who fail to fulfil their financial obligations,

¹English translation for easy reference of the authoritative French version:

6. If a State remains three years without paying its contribution, the said contribution is distributed among the other States pro-rata to their own contributions. The supplementary sums thus paid by these States to make up the dotation of the Bureau are considered as advances made to the State in arrears, and are reimbursed to them in the event that it repays its arrears of contributions.

7. The advantages and prerogatives conferred by accession to the Metre Convention are suspended for those States in arrears by three years.

8. After three more years, the State in arrears is excluded from the Convention and the calculation of contributions is re-established in accordance with the provisions of Article 20 of the present Regulations.

Sur les contributions arriérées des États Membres et la procédure d'exclusion

Résolution 5

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 26^e réunion, rappelant

- ♦ l'article 6, alinéas 6 à 8 (1921), du Règlement annexé à la Convention du Mètre selon lequel :

« 6. Si un État est demeuré trois années sans effectuer le versement de sa contribution, celle-ci est répartie entre les autres États, au prorata de leurs propres contributions. Les sommes supplémentaires, versées ainsi par les États pour parfaire le montant de la dotation du Bureau, sont considérées comme une avance faite à l'État retardataire, et leur sont remboursées si celui-ci vient à acquitter ses contributions arriérées.

7. Les avantages et prérogatives conférés par l'adhésion à la Convention du Mètre sont suspendus à l'égard des États déficitaires de trois années.

8. Après trois nouvelles années, l'État déficitaire est exclu de la Convention, et le calcul des contributions est rétabli conformément aux dispositions de l'article 20 du présent Règlement. »

- ♦ la Résolution 8 adoptée par la CGPM à sa 23^e réunion (2007) sur les contributions arriérées des États Membres, qui établit une procédure concernant les États qui ne respectent pas leurs obligations financières,

observing that

- ◆ paragraphs 6 and 7 of Article 6 of the Annexed Regulations foresee that whilst the advantages and prerogatives of Member States are suspended for those States in arrears by three years, their contributions remain due,
- ◆ historical practice has always been to apply paragraphs 6 and 7 of Article 6 of the Annexed Regulations,

noting that

- ◆ historical practice has been at variance with the provisions of paragraph 8 of Article 6 of the Annexed Regulations by not excluding Member States when they have defaulted on their contributions for more than six years and by not re-establishing the calculation of contributions,
- ◆ historical practice has resulted in certain Member States remaining in a state of suspension for periods considerably exceeding the three-year period envisaged in the Annexed Regulations, leading to the accumulation of their arrears and the consequent distribution of their contributions among all other Member States,
- ◆ Resolution 8 adopted by the CGPM at its 23rd meeting (2007) introduced a procedure for the exclusion of a defaulting Member State that requires a decision of the CGPM, and consequently, the period of suspension prior to exclusion depends on the scheduling of CGPM meetings and thus defaulting Member States may not be treated equally,
- ◆ Resolution 8 (2007) partly addressed the issues raised by historical practice,

further recalling that

- ◆ procedural clarity and fair treatment of Member States are matters of good governance and are beneficial to all parties,
- ◆ the International Committee for Weights and Measures (CIPM), as the permanent supervisory organ of the BIPM, could apply Article 6 paragraph 8 of the Annexed Regulations in a timely manner,

observant que

- ◆ les alinéas 6 et 7 de l'article 6 du Règlement annexé prévoient que, bien que les avantages et prérogatives des États débiteurs de trois années soient suspendus, les contributions de ces États demeurent dues,
- ◆ la pratique historique a toujours été d'appliquer les alinéas 6 et 7 de l'article 6 du Règlement annexé,

notant que

- ◆ la pratique historique s'est écartée des dispositions de l'alinéa 8 de l'article 6 du Règlement annexé en ne procédant pas à l'exclusion des États Membres qui avaient des contributions arriérées depuis plus de six ans et en ne rétablissant pas le calcul des contributions,
- ◆ la pratique historique a conduit à ce que certains États Membres voient leurs avantages et prérogatives suspendus pendant des périodes considérablement supérieures aux trois ans prévus dans le Règlement annexé, entraînant l'accumulation de leurs arriérés et la répartition qui s'en est suivie de leurs contributions entre les autres États Membres,
- ◆ la Résolution 8 adoptée par la CGPM à sa 23^e réunion (2007) a mis en place une procédure régissant l'exclusion d'un État Membre débiteur qui requiert une décision de la CGPM : par conséquent, la période de suspension des avantages et prérogatives précédant l'exclusion dépend du calendrier des réunions de la CGPM et les États Membres débiteurs peuvent donc ne pas être traités de façon équitable,
- ◆ la Résolution 8 (2007) traite en partie des questions soulevées par la pratique historique,

considérant que

- ◆ la clarté de la procédure et le traitement équitable des États Membres sont des questions de bonne gouvernance et sont bénéfiques à toutes les parties,
- ◆ le Comité international des poids et mesures (CIPM), en tant qu'organe de surveillance permanent du BIPM, pourrait appliquer l'article 6 alinéa 8 du Règlement annexé en temps opportun,

decides that

- ◆ the CIPM shall implement Article 6 paragraph 8 of the Annexed Regulations,
- ◆ the CIPM shall address the situation where historical practice has resulted in the accumulation of arrears,

confirms that

- ◆ the CIPM shall notify the French Ministry for Europe and Foreign Affairs of any exclusion, which shall accordingly inform the excluded State and all other Member States,
- ◆ an excluded Member State may only again accede to the Metre Convention if its remaining arrears have been paid,
- ◆ pursuant to Article 11 of the Metre Convention, that such a Member State shall pay an entrance contribution equal to its first annual contribution.

décide que

- ◆ le CIPM appliquera l'article 6 alinéa 8 du Règlement annexé,
- ◆ le CIPM traitera des cas où la pratique historique a conduit à l'accumulation d'arriérés,

confirme que

- ◆ le CIPM notifiera toute exclusion au Ministère français de l'Europe et des Affaires étrangères, qui informera à son tour l'État exclu ainsi que l'ensemble des États Membres,
- ◆ un État Membre exclu ne peut de nouveau accéder à la Convention du Mètre que si le reliquat de ses contributions arriérées a été acquitté,
- ◆ conformément à l'article 11 de la Convention du Mètre, cet État Membre doit acquitter une contribution d'entrée dont le montant est égal à sa première contribution annuelle.