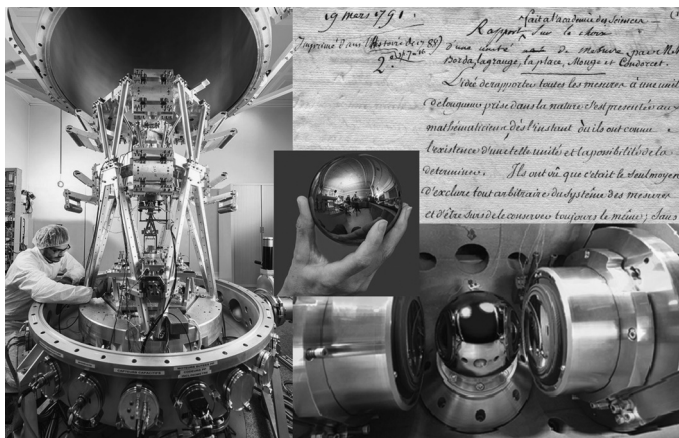


# COMPTES RENDUS PHYSIQUE

Tome 20 (2019) – N° 1-2 – janvier-février



Cover illustration. Left: the watt balance developed by the “Laboratoire national d’essais” at its premises in Trappes (Yvelines, France). © LNE. Top right: Report on the choice of a unit of measurement, by Mr Borda, Mr Lagrange, Mr Laplace, Mr Monge, and Mr Condorcet. Académie des sciences, Paris, 19 March 1791.

© Archives de l’Académie des sciences, Paris. Bottom right: the sphere interferometer of the “Physikalisch-Technische Bundesanstalt” (PTB, Germany) allows complete diameter topographies to be determined with extreme accuracy. It is one of the decisive measuring devices within the scope of PTB’s Avogadro project. In 1996, it was, for the first time, installed by Gerhard Bönsch and Arnold Nicolaus as a fundamentally new optical multi-beam interferometer with spherical reference faces. © Physikalisch-Technische Bundesanstalt ([www.ptb.de](http://www.ptb.de)). Inset: a nearly perfect sphere of ultra-pure silicon crystal for the determination of the Planck and Avogadro constants. © NIST (USA).

*Illustration de couverture. À gauche : la-balance du watt développée par le Laboratoire national d’essais dans ses locaux de Trappes (Yvelines). © LNE. En haut à droite : Rapport sur le choix d’une unité de mesure, par MM. Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet. Académie des sciences, Paris, 19 mars 1791. © Archives de l’Académie des sciences, Paris. En bas à droite : l’interféromètre à sphère de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Allemagne) permet de déterminer des topographies de diamètres complets avec une précision extrême. C’est l’un des appareils de mesure qui ont joué un rôle décisifs dans le projet Avogadro de la PTB. En 1996, Gerhard Bönsch et Arnold Nicolaus l’ont utilisé pour la première fois en tant qu’interféromètre optique multifaisceaux à faces de référence sphériques. © Physikalisch-Technische Bundesanstalt ([www.ptb.de](http://www.ptb.de)). Médaille : une sphère presque parfaite de silicium cristallin pour la détermination des constantes de Planck et d’Avogadro. © NIST (États-Unis).*

## DOSSIER

### The new International System of Units / Le nouveau Système international d’unités

Coordinators / Coordinateurs : Christophe Salomon, Christian Bordé, Pierre Fayet

- Foreword – The French Academy of Sciences and the systems of units: A long history!  
**Christophe Salomon, Christian Bordé, Pierre Fayet** ..... 1
- Les origines du système métrique en France et la Convention du mètre de 1875, qui a ouvert la voie au Système international d’unités et à sa révision de 2018  
**Suzanne Débarbat, Terry Quinn** ..... 6

Continued on the next page

Contents (continued)

- A consistent unified framework for the new system of units: Matter–wave optics  
**Christian J. Bordé** ..... 22
- A new dual system for the fundamental units, including and going beyond the newly revised SI  
**Pierre Fayet** ..... 33
- The Kibble balance and the kilogram  
**Stephan Schlamminger, Darine Haddad** ..... 55
- Silicon spheres for the future realization of the kilogram and the mole  
**Horst Bettin, Kenichi Fujii, Arnold Nicolaus** ..... 64
- State of the art in the determination of the fine-structure constant and the ratio  $h/m_u$   
**Pierre Cladé, François Nez, François Biraben, Saïda Guellati-Khelifa** ..... 77
- The ampere and the electrical units in the quantum era  
**Wilfrid Poirier, Sophie Djordjevic, Félicien Schopfer, Olivier Thévenot** ..... 92
- Determinations of the Boltzmann constant  
**Laurent Pitre, Mark D. Plimmer, Fernando Sparasci, Marc E. Himbert** ..... 129
- Astronomical distance scales  
**François Mignard** ..... 140
- The unit of time: Present and future directions  
**Sébastien Bize** ..... 153