



Spectroscopy and planetary atmospheres/Spectroscopie et atmosphères planétaires

Foreword

In spite of numerous efforts, the behavior and the evolution of the planetary atmospheres are far from being satisfactorily understood. In particular, as far as atmospheric physics is concerned, the past years have seen a noticeable increase of studies aiming at (i) a better understanding of the different phenomena driving the atmospheric system and (ii) the prediction of its evolution in the future. In particular, human activities, important since the beginning of the industrial period, are strongly changing the composition of the atmosphere of the Earth. One can quote, for example, the enhanced green house effect due to the emission of gases such as carbon dioxide or methane, or the loss of ozone in the stratosphere clearly observed over the poles ('Ozone hole'), or even pollution for which overarching issues such as air quality, free tropospheric ozone levels, acidic deposition, natural versus anthropogenic emissions, are still open. These questions are tackled both from the theoretical point of view by developing atmospheric models with the intention of simulating the distribution and evolution of trace constituents in the atmospheres and from the experimental point of view by performing in situ or remote sensing measurements. Remote sensing techniques, even if they are not the only ones, are indeed widely used and, in many cases, represent the only possibility to probe the atmospheres of planets including the terrestrial atmosphere. In fact they enable measurements, in a non-intrusive way, of numerous properties of the medium (temperature, pressure, abundance of constituents, etc.). Such measurements are performed in the whole spectral range from the micro-wave to the ultra-violet and from various platforms (ground, planes, balloons, satellites). In particular, measurements from space are the only ones able to provide a continental or global view of the atmospheres. Also a wide variety of techniques are used: passive techniques at low or high resolution (radiometers, grating spectrometers, Fourier transform interferometers, etc.) and active techniques such as lidars. In all cases, molecular spectroscopy is widely used and the precision of the parameters used directly translates in the quality of the remote atmospheric soundings.

The papers included in this issue give first an overview of the infrared spectroscopy of the atmospheres as well as of the remote sensing techniques. They are followed by various examples of atmospheric measurement techniques dealing either with existing satellites and showing the quality of the existing instruments and of the retrieval methods or with future possible satellites. Furthermore, since the analysis of the atmospheric spectra uses, in general, the spectral parameters (line positions, intensities, widths, ...) included in molecular spectroscopic databases, a paper is devoted to this aspect of the problem. It is worth emphasizing that the accuracy of the retrieved profiles is indeed highly dependent on the quality of the spectroscopic parameters which are derived from experimental and/or theoretical spectroscopic studies. An overview of such studies can be found in a preceding issue of the Comptes Rendus de Physique [C. R. Physique, Gas Phase Molecular Spectroscopy 5 (2004)]. Finally, as illustrated by one of the papers, spectroscopy can also be a tool to study processes than can contribute to the reduction of the pollutants emitted by combustion processes.

In conclusion we have tried through the choice of authors and subjects to illustrate at best the various facets of the field being aware however that it is too large to be covered by a few articles. However, we hope that this issue, through the numerous references cited in the papers and the various subjects which are tackled, will give to the readers an exciting and up to date panorama of the discipline.

Avant-propos

Malgré de larges efforts, le comportement et l'évolution des atmosphères planétaires sont encore loin d'être parfaitement compris. Pour ce qui concerne la physique atmosphérique, les dernières années ont vu une augmentation notable des travaux visant à (i) une meilleure compréhension des différents processus qui pilotent les systèmes atmosphériques et (ii) la prédiction de leurs évolutions dans le futur. En effet, les activités humaines, importantes depuis le début de l'ère industrielle, changent

fortement la composition de l'atmosphère terrestre. On peut citer, par exemple, l'augmentation de l'effet de serre qui résulte des émissions de dioxyde de carbone et de méthane, ou la disparition d'ozone stratosphérique que l'on observe aux pôles (« trou d'ozone »), mais également la pollution, domaine dans lequel de nombreuses questions (qualité de l'air, dépôts acides, émissions naturelles et anthropogéniques, etc.) restent ouvertes. Ces problèmes sont abordés du point de vue théorique par le développement de modèles afin de simuler la distribution et l'évolution des constituants des atmosphères mais aussi sur le plan expérimental via des mesures in situ ou à distance. Les techniques de télédétection, si ce ne sont pas les seules, sont très utilisées et sont souvent les seules permettant le sondage des atmosphères. Elles assurent la détermination, non intrusive, de nombreuses propriétés des milieux sondés (température, pression, abondances des constituants, etc.). De telles mesures sont effectuées dans tout le domaine spectral, des micro-ondes à l'ultraviolet à partir de différentes plateformes (sol, avions, ballons, satellites). Notons que celles depuis l'espace sont les seules qui offrent une couverture à l'échelle continentale et qui donnent une vision d'ensemble des atmosphères. De plus, une très large variété de techniques est utilisée : passives (radiomètres, spectromètres à réseau, à transformée de Fourier, etc.) comme actives (Lidars). Dans tous les cas, la spectroscopie moléculaire est largement mise à contribution et la précision des paramètres utilisés conditionne directement la qualité des sondages atmosphériques.

Les articles qui constituent ce numéro présentent tout d'abord une revue des problèmes de spectroscopie infrarouge des atmosphères et des techniques de télédétection. Ils sont suivis par plusieurs exemples basés sur des satellites existants ou à venir, montrant la qualité et les performances des instruments. De plus, l'analyse des spectres atmosphériques reposant sur des paramètres spectroscopiques (positions, intensités, profils des raies, ...) fournis par des bases de données, un article est consacré à ce sujet crucial. En effet, la précision des quantités géophysiques obtenue et très largement tributaire de la qualité des informations spectroscopiques utilisées, ces dernières provenant d'études expérimentales et/ou théoriques de laboratoire. Une vue d'ensemble de telles études peut être trouvée dans un numéro précédent de ces Comptes Rendus de Physique [C. R. Physique, Gas Phase Molecular Spectroscopy 5 (2004)]. Pour finir, un des articles illustre comment la spectroscopie moléculaire peut être utilisée pour l'analyse et le développement de techniques permettant de réduire les quantités de polluants émis par les combustions.

En conclusion, nous avons tenté, par le choix des auteurs et des sujets, d'illustrer les différentes facettes des problèmes soulevés par le sondage spectroscopique des atmosphères tout en restant conscients que le domaine est bien trop vaste pour être couvert par quelques articles. Nous espérons néanmoins que les nombreuses références citées dans les articles et les sujets traités permettront au lecteur de se faire une idée de la vitalité de la discipline et lui fourniront les pistes à suivre pour une connaissance plus approfondie du domaine.

Jean-Marie Flaud
Jean-Michel Hartmann
LISA, CNRS and Universities of Paris-12 and Paris-7
61, avenue du Général de Gaulle
94010 Créteil
France

E-mail addresses: flaud@lisa.univ-paris12.fr (J.-M. Flaud), hartmann@lisa.univ-paris12.fr (J.-M. Hartmann)