

Résumé

Titre : Etude de la composition isotopique ($\delta^{18}\text{O}$ et δD) de la vapeur d'eau dans l'atmosphère sur l'île de La Réunion: apport à la compréhension des processus humides atmosphériques en région tropicale.

Mots clés : La Réunion, composition isotopique de la vapeur d'eau ($\delta^{18}\text{O}$ et δD), processus atmosphérique humide.

Résumé : La composition isotopique de l'eau ($\delta^{18}\text{O}$ et δD) est couramment utilisée pour étudier le cycle de l'eau actuel et passé ainsi que ses variations. Alors que dans les zones polaires, cet outil géochimique représente les fondements de la reconstitution des climats polaires passés, de multiples questions demeurent quant aux facteurs pilotant la composition isotopique de l'eau dans les tropiques.

Afin de répondre à ces questions, le présent travail de thèse a porté sur la réalisation de mesures en continu de la composition isotopique de la vapeur d'eau sur l'île de La Réunion (océan Indien), ainsi que sur l'évaluation du potentiel de ces mesures pour la compréhension des processus atmosphériques humides prévalant sur cette zone géographique. L'implantation d'un spectromètre laser à l'Observatoire Atmosphérique du Maïdo nous a permis d'obtenir une chronique de trois ans de mesures.

Dans un premier temps, les différentes variabilités temporelles que présentent nos mesures ont été étudiées. Les enregistrements ne montrent aucune cyclicité saisonnière sur la composition isotopique de la vapeur d'eau. Elles indiquent en revanche une forte cyclicité diurne, ainsi qu'une variabilité synoptique associée à des événements cycloniques.

Dans un second temps, nous montrons que cette cyclicité diurne résulte de phénomènes de mouvement de couche limite atmosphérique, avec une vapeur marine qui atteint l'Observatoire durant la journée, alors que des masses d'air en provenance de la troposphère libre y parviennent durant la nuit. La présence de certaines nuits significativement plus appauvries en $\delta^{18}\text{O}$ et δD reflète (1) une modification de la circulation atmosphérique régionale avec un renforcement des subsidences au niveau de La Réunion, lié à la position du Jet Subtropical durant l'hiver austral, et (2) tantôt une intensification de la subsidence au niveau de La Réunion, tantôt des processus de condensation locaux ou régionaux durant l'été austral.

Enfin, l'étude des phénomènes cycloniques indique qu'au cours de ces périodes, un fort appauvrissement de la composition isotopique de la vapeur est observé. Celui-ci survient 2 à 3 jours avant et perdure jusqu'à 3 jours après le passage du système. Durant cette période, l'évolution de la composition isotopique de la vapeur d'eau présente une sous-structure. On note (1) un appauvrissement isotopique qui est fonction de la distance au centre du système, (2) un enrichissement isotopique au niveau du mur du système, et (3) des évolutions abruptes de la composition isotopique de la vapeur d'eau dans les bandes précipitantes dues à des processus de mélange, de condensation et/ou de recharge.

Abstract

Title : The isotopic composition ($\delta^{18}\text{O}$ et δD) of water vapor in Reunion Island (Indian ocean): toward a better comprehension of wet atmospheric processes in tropical region.

Keywords : Reunion Island, isotopic composition of water vapor ($\delta^{18}\text{O}$ et δD), wet atmospheric processes.

Abstract : The isotopic composition of water vapor ($\delta^{18}\text{O}$ et δD) is commonly used to study present and past water cycle and its variations. If this geochemical tool has been widely used to study past polar climates, many questions remain about the factors governing the isotopic composition of water in the tropics.

The goal of this thesis is (1) to monitor the isotopic composition of water vapor in Reunion island (Indian Ocean), and (2) to evaluate the potential of these measurements for understanding humid climate processes. We have set up a laser spectrometer at the Maïdo Atmospheric Observatory, allowing us to obtain a three-year chronicle of measurements.

First, we analyze the temporal variability in our measurements. The isotopic composition of water vapor does not record any seasonal cyclicity. On the other hand, a strong diurnal cycle is visible, as well as a synoptic variability associated with cyclonic events.

We then focus on the diurnal cycle. We show that it results from atmospheric boundary layer motions, with a marine vapor reaching the Observatory during the day, and air masses originating from the free troposphere reaching the Observatory during the night. During some nights, vapor is significantly more depleted in $\delta^{18}\text{O}$ and δD . During the austral winter, this phenomenon is due to a modification of the regional atmospheric circulation causing a reinforcement of subsidences at Reunion Island, related to the position of the Subtropical Jet. During the austral summer, this phenomenon is sometimes due to an intensification of the subsidence at Reunion Island, and at other times to local or regional condensation processes.

Finally, we focus on cyclonic events. During these periods, a strong isotopic depletion of the vapor is observed. We show that this depletion occurs 2 to 3 days before the system and continues until 3 days after. During this period, the evolution of the isotopic composition of the water vapor has a substructure. We note (1) an isotopic depletion that is a function of the distance to the center of the system, (2) an isotopic enrichment at the system wall, and (3) an abrupt evolutions of the isotopic composition of the water vapor in the rainbands due to mixing, condensation and/or recycling processes.