



Evolution verticale du contenu intégré de vapeur d'eau déterminé par un réseau GPS local entre Clermont-Ferrand et le Puy de Dôme

LaMP

Laboratoire de Météorologie Physique

J. Van Baelen, G. Penide

Laboratoire de Météorologie Physique, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France

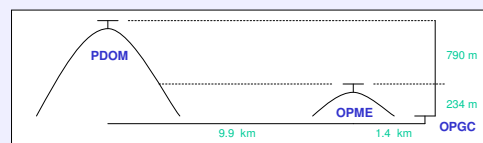
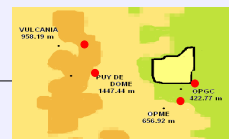
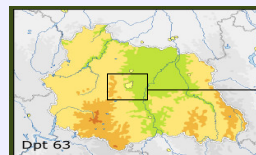


Introduction

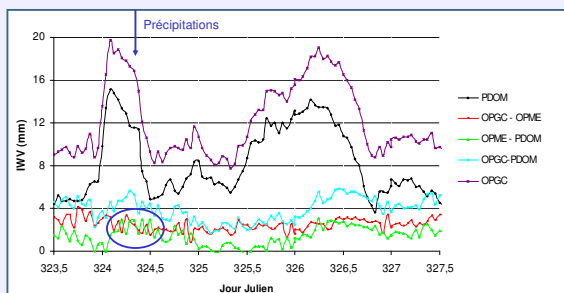
La vapeur d'eau est une composante fondamentale de l'atmosphère, elle joue un rôle primordial dans les processus atmosphériques. En fait, la très grande hétérogénéité spatiale de la vapeur d'eau, ainsi que l'importante chaleur latente associée aux changements de phases de l'eau ont un impact significatif sur la formation des nuages, la stabilité verticale ou encore l'équilibre énergétique. De plus, la vapeur d'eau contribue plus que n'importe quel autre composante de l'atmosphère à l'effet de serre.

Depuis quelques années, le GPS est apparu comme un outil de mesure très intéressant pour caractériser la vapeur d'eau atmosphérique, plus précisément pour estimer le contenu intégré en vapeur d'eau appelé plus communément IWV pour Integrated Water Vapor.

C'est dans ce cadre d'étude de la variabilité spatio-temporelle de la vapeur d'eau qu'une expérience a été réalisée entre le 4 Novembre et le 7 Décembre 2004 aux alentours de Clermont-Ferrand. L'objectif de cette étude est de regarder l'évolution du contenu intégré en vapeur d'eau au dessus de ce réseau local et notamment d'étudier plus en détail cette évolution à l'intérieur de couches atmosphériques.



Etude du Pic d'IWV du jour 324



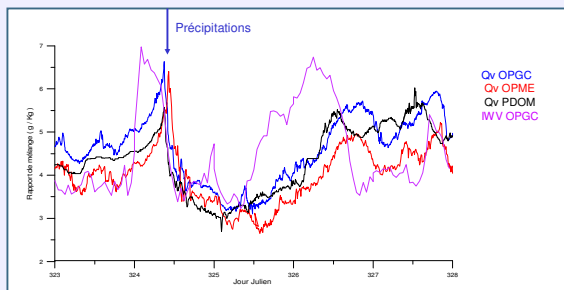
Le pic du jour 324 correspond à un flux important de NO apportant beaucoup d'humidité ainsi qu'un passage d'un front froid au dessus du réseau comme on le voit sur les cartes météo. Le maximum d'IWV est atteint à 2 h du matin et correspond à une augmentation très importante (+11 mm sur l'OPGC) mais aussi très brusque car elle ne dure qu'environ 2 à 3 heures. De plus, l'augmentation sur le Puy de Dôme est de 8.6 mm donc on constate qu'il y a aussi une légère augmentation de l'IWV dans les basses couches et principalement dans la couche Opme-Pdom. Lorsque le maximum est passé, l'IWV diminue au dessus de toutes les stations ; on constate que cette diminution s'intensifie après 9 h du matin, ce qui correspond à la fin du régime de vent de secteur N-O et aux précipitations.

On a donc entre 2 h et 9 h du matin une augmentation de la vapeur d'eau dans les basses couches vérifiée par l'augmentation du rapport de mélange q_v ainsi que de l'IWV de la couche Opgc-Pdom malgré une diminution de l'IWV atmosphérique global. Une raison pourrait être la création de nuages à un niveau supérieur à celui du Puy de Dôme (1447 m), qui, en convertissant la vapeur d'eau en eau liquide transparente pour le GPS, entraîne une réduction de l'IWV.

Cette hypothèse est confortée si l'on considère le passage du front froid qui par définition entraîne un soulèvement des masses d'air chaudes qui vont ainsi pouvoir atteindre leur niveau de condensation plus haut dans l'atmosphère tandis que le profileur de vent situé à Opme confirme des vitesses verticales importantes de ces masses d'air. De plus, l'instabilité conditionnelle de l'atmosphère due au gradient thermique mesuré souligne la forte probabilité de condensation.

Par ailleurs, l'augmentation d'IWV de la couche Opgc-Pdom peut être due à la subsidence ou encore au phénomène d'aspiration ou de convergence créée par la convection

Enfin, si l'on regarde plus attentivement les couches Opgc-Opme et Opme-Pdom, on constate que ces courbes sont très variables pendant cet épisode car contrairement à l'allure générale du pic d'IWV relativement continu, les variations dans les basses couches sont beaucoup plus fréquentes et apparaissent même en opposition de phase. En effet, il semble que ces deux couches Opgc-Opme et Opme-Pdom s'échangent de la vapeur d'eau car lorsque l'IWV augmente dans l'une d'entre elle, il diminue dans l'autre et vice versa. Ce phénomène n'a pas encore été élucidé mais pourrait s'associer à une expansion verticale au-delà de l'altitude de Opme de la couche limite humide, ce qui aurait bien comme conséquence une diminution de l'IWV dans la couche Opgc-Opme et une augmentation dans la couche Opme-Pdom.



Etude du Pic d'IWV du jour 326

Ce pic est très différent du précédent car il s'étale beaucoup plus dans le temps, il commence vers 3 h du matin le jour 325 pour finir le jour 326 à 20 h. Les cartes météo montrent un flux de N-O en basses couches qui advecte l'humidité ainsi que le passage sur l'Auvergne de la queue d'un front chaud peu actif.

La principale remarque que l'on peut faire sur ce cas est le fait qu'il n'y a pas du tout d'augmentation du contenu intégré en vapeur d'eau dans les couches inférieures au Puy de Dôme pendant toute la phase d'augmentation de l'IWV globale, donc l'apport se fait par les couches en altitude. Par contre, une fois le maximum atteint, l'augmentation dans les basses couches commence ce qui explique le fait que le maximum à l'OPGC est légèrement décalé par rapport à celui de Pdom. Plusieurs hypothèses sur cette augmentation dans les basses couches peuvent être données comme l'évaporation de l'humidité contenue dans le sol ou encore la génération d'humidité dans le bassin urbain qui ne gagne pas les altitudes plus élevées.

Pendant toute cette période on voit une augmentation continue de la température au Puy de Dôme d'environ 8 °C alors que l'humidité relative est toujours bloquée à 100%. Sur les stations plus basses, on a une augmentation de 10 °C de la température avec la présence du cycle diurne. De plus, la forte augmentation de température en début de période entraîne dans les basses couches une chute de l'humidité relative. Donc on peut dire que lors de cet épisode, de l'humidité est apportée par le régime de vent de secteur N-O mais aussi par l'augmentation des températures. Le fait que RH ne diminue pas sur Pdom alors que la température augmente fortement indique la présence de nuages sur le Puy de Dôme ; donc une partie de l'eau nuageuse contenue dans ce nuage va pouvoir s'évaporer avec l'augmentation des températures et ainsi devenir mesurable par le GPS.

Conclusions et Perspectives

Ces résultats sont encore très préliminaires et demandent des travaux complémentaires afin de mieux caractériser la distribution et la dynamique de la vapeur d'eau au sein des différentes couches atmosphériques basses. Toutefois, ils démontrent déjà l'intérêt de ce type d'étude et militent clairement en faveur du développement d'un réseau local de plusieurs stations échelonnées en altitude entre les Cézeaux et le Puy de Dôme.

Remerciements: Cette campagne de mesure a été réalisée grâce au prêt de stations GPS du Parc National de l'INSU.