



HAL
open science

Influence de l'Oscillation de Madden-Julian sur la variabilité intrasaisonnière des pluies en Afrique de l'Est (Kenya-Tanzanie)

Benjamin Pohl, Pierre Camberlin

► **To cite this version:**

Benjamin Pohl, Pierre Camberlin. Influence de l'Oscillation de Madden-Julian sur la variabilité intrasaisonnière des pluies en Afrique de l'Est (Kenya-Tanzanie). XVIIIème colloque de l'association internationale de climatologie, Sep 2005, Gênes, Italie. hal-00269108

HAL Id: hal-00269108

<https://hal.science/hal-00269108>

Submitted on 2 Apr 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence de l'Oscillation de Madden-Julian sur la variabilité intrasaisonnière des pluies en Afrique de l'Est (Kenya-Tanzanie)

B. POHL* et P. CAMBERLIN

Centre de Recherches de Climatologie/Université de Bourgogne

6 Boulevard Gabriel – F-21000 Dijon – FRANCE

* e-mail : benjamin.pohl@u-bourgogne.fr

Résumé – Les incidences de l'Oscillation de Madden-Julian, mode de variabilité atmosphérique intrasaisonnier dominant dans la bande tropicale, sur la répartition des pluies d'Afrique de l'Est durant le trimestre Mars-Avril-Mai, sont étudiées sur la période 1979-2002. L'analyse révèle une modulation significative des précipitations. Cependant, de fortes hétérogénéités existent du point de vue des pluies entre les Hautes terres et la côte kenyane, couplées à des mécanismes pluviogènes de nature différente.

Abstract – The incidence of the Madden-Julian Oscillation, dominant mode of atmospheric variability within the tropical belt, on the repartition of East African rainfall during the Long Rain season, are studied on the period 1979-2002. The analysis reveals that the rainfall is significantly modulated, but the region is not homogeneous spatially and the Highlands and the Kenyan coast are submitted to rain-causing mechanisms of different nature.

Mots-clés – Oscillations de Madden-Julian, variabilité intrasaisonnière des pluies, grande saison des pluies d'Afrique de l'Est

Key-words – Madden-Julian Oscillations, intraseasonal rainfall variability, East African Long Rains

1. Introduction

L'activité intra-saisonnière de la convection et des pluies dans la zone tropicale a révélé toute son importance ces dernières années, parce qu'elle est susceptible d'expliquer une part non négligeable de la variabilité interannuelle et qu'elle conditionne largement les potentialités agricoles dans les régions concernées.

Les Oscillations de Madden-Julian ("MJO") consistent en une migration vers l'est, le long du rail équatorial, de cellules de convection de large échelle observables sur les fuseaux indien et ouest Pacifique (Madden & Julian 1972, 1994). Une forte cohérence spatiale est ainsi observée dans le vent zonal de basse et de haute couche, dans la pression atmosphérique ainsi que dans les températures des masses d'air sur toute l'épaisseur de la troposphère. L'oscillation présente une quasi-périodicité variable, comprise entre 30 et 60 jours, soit aux pas de temps intrasaisonniers. Bien que découverte depuis plus de trois décennies, la MJO n'est apparue comme le mode de variabilité atmosphérique dominant dans la bande tropicale qu'assez récemment. Par ailleurs, les effets induits par le phénomène sur les précipitations continentales reste encore assez mal connus. Récemment toutefois, Matthews (2004) a montré une incidence de la MJO sur la mousson ouest-africaine.

Bien que riveraine de l'océan Indien, l'Afrique de l'Est n'a encore été l'objet d'aucune étude mettant en relation la répartition intrasaisonnière de ses précipitations et la MJO;

tel est l'objet du présent travail. Etant située de part et d'autre de l'équateur géographique, l'Afrique de l'Est équatoriale (AEE, Kenya et Tanzanie) connaît des régimes bimodaux avec deux saisons des pluies correspondant aux migrations saisonnières de la zone de convergence intertropicale. Les “Long Rains” s'étendent de mars à mai et sont responsables de la part la plus importante du cumul pluviométrique annuel. Les “Short Rains” d'octobre à décembre apportent en moyenne des quantités d'eau inférieures ; leur variabilité interannuelle est en revanche bien supérieure et obéit à des mécanismes relativement bien connus (Beltrando & Cadet 1990). Parce que les travaux antérieurs ont peine à mettre en évidence les mécanismes gouvernant la variabilité –intrasaisonnière comme interannuelle– des “Long Rains”, c'est sur la première saison des pluies d'AEE que la présente étude va porter.

2. Données et méthodes

Les données décrivant la variabilité journalière des champs atmosphériques sont fournies par les réanalyses NCEP-NCAR DOE R-2 (Kanamitsu *et al.* 2002) disponibles sur la période 1979-aujourd'hui. Les champs utilisés (composantes horizontale et verticale du vent, hauteur géopotentielle) sont principalement de catégorie A, c'est-à-dire qu'ils sont sujets à des incertitudes relativement modérées (Kalnay *et al.* 1996).

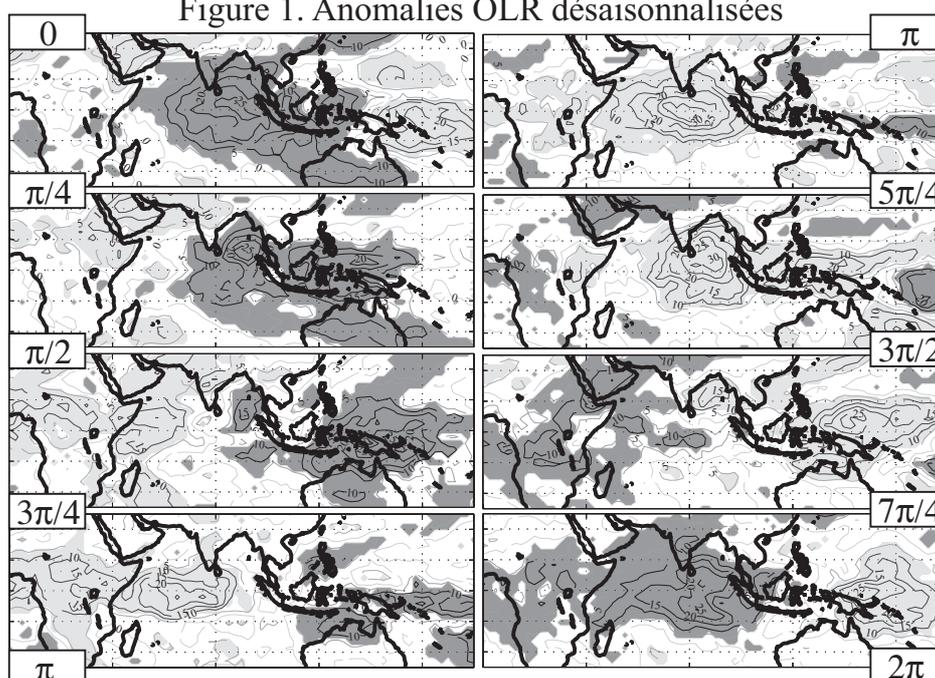
Les indices utilisés pour extraire le signal intrasaisonnier de la MJO ont été calculés par analyse en composante principale (ACP) portant sur les anomalies désaisonnalisées et filtrées (20-75 jours) de potentiel de vitesse à 200 hPa. Cette variable, décrivant la divergence de large échelle en hautes couches, est en effet un très bon indicateur de l'activité MJO et de la phase de l'oscillation au cours de son cycle intrasaisonnier.

Les données de précipitations proviennent des relevés pluviométriques quotidiens de 27 stations météorologiques du Kenya et de Tanzanie ; elles ont été obtenues auprès des services météorologiques des pays concernés.

Les données d'OLR (Outgoing Longwave Radiation) de la NOAA mesurent le rayonnement infra-rouge sortant au sommet de l'atmosphère. Dans la bande tropicale cette grandeur est un très bon estimateur de la convection atmosphérique profonde (Matthews

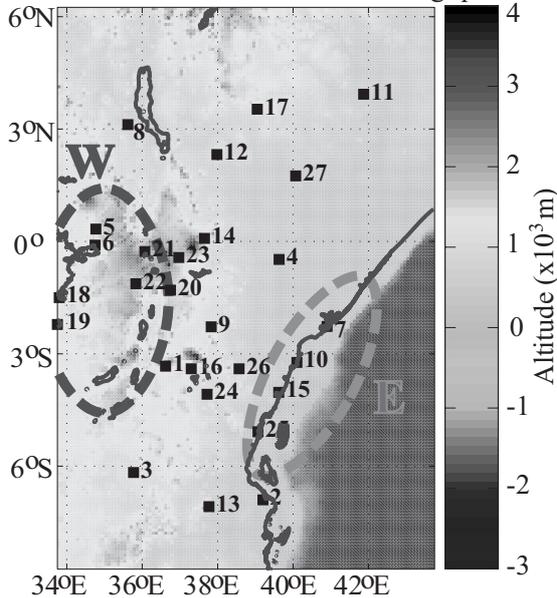
2000, Mutai & Ward 2000). Les données sont disponibles au pas de temps journalier après interpolation spatiale et temporelle ; elles ont été utilisées ici sur la période 1979-2002.

Figure 1. Anomalies OLR désaisonnalisées



3. Résultats principaux

Figure 2. Afrique de l'Est : relief et localisation des stations météorologiques



Une seconde analyse composite, réalisée selon le même critère sur les phases du cycle intrasaisonnier, et portant sur chacune des 27 stations d'étude au Kenya et en Tanzanie, révèle une distribution des précipitations non homogène au cours du cycle. Les stations des plaines côtières d'AEE ("E", figure 2) et celles des Hautes terres ("W") connaissent un pic de pluies en opposition de phase (figure 3). Cependant, les deux régions présentent des anomalies significatives (t-test, 95%), révélant une influence des MJO sur la répartition intrasaisonnaire des pluies en AEE.

Chaque cycle MJO est décrit selon sa phase, déterminée par la localisation des cellules de convection active dans la bande tropicale; une mesure d'angle, de 0 à 2π , va permettre de la repérer. A titre d'exemple la figure 1 présente les anomalies d'OLR désaisonnalisées pour différentes phases du cycle, obtenues par analyse composite. Chaque carte (intervalle angulaire de $\Delta\pi/4$) correspond approximativement à une durée de 6 jours, ce qui correspond à un cycle MJO de durée médiane de l'ordre de 48 jours. Les anomalies significatives (t-test, 95%) ont été grisées (foncé : anomalies positives, clair : négatives). La migration vers l'est des centres de convection, au pas de temps intrasaisonnier, est clairement observable aux latitudes équatoriales.

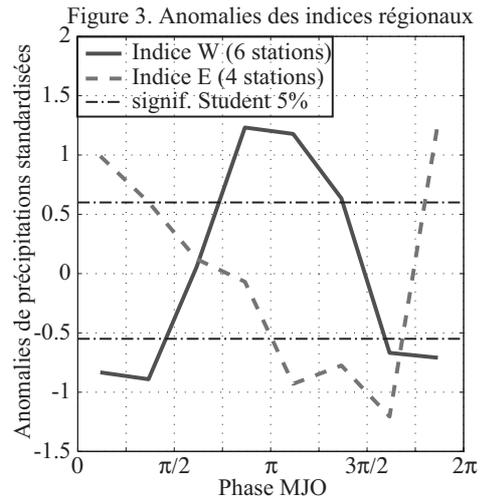
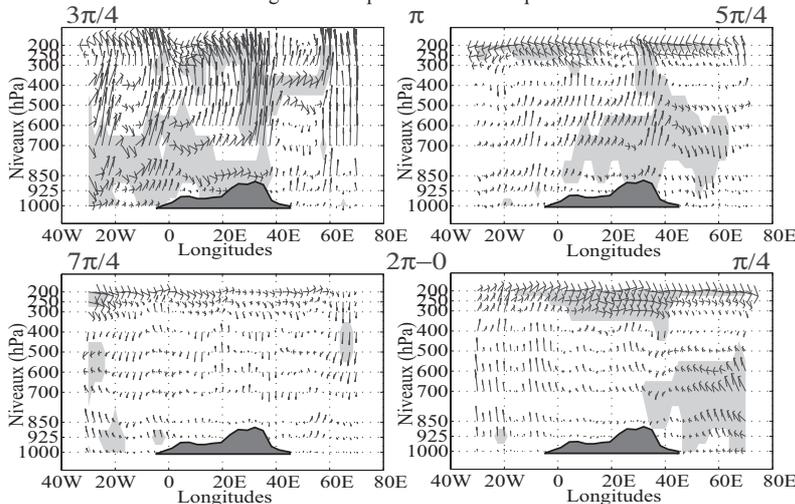


Figure 4. Coupes verticales à l'équateur



La figure 4 représente les coupes zonales (après retrait du cycle annuel) dans la circulation zonale et verticale à l'équateur durant les phases MJO pluvieuses en AEE : π pour les Hautes terres et $2\pi-0$ pour la côte (cf. figure 3). Les anomalies significatives au test t^2 de Hotelling ont été grisées ; les profils noirs représentent la

topographie du continent africain telle qu'elle apparaît dans le modèle NCEP. Lors des phases pluvieuses sur les Hautes terres (coupes du haut), de fortes ascendances sont observées sur la quasi-totalité de l'épaisseur de la troposphère. Cet élément, conjugué aux anomalies négatives correspondantes dans l'OLR (fig. 1), permet de conclure à des pluies d'origine convective. La convection humide semble alimentée à la base par de l'humidité provenant du bassin du Congo via des anomalies zonales d'ouest : ce résultat est en accord avec Nakamura (1968) et contribue à fournir une explication aux vents d'ouest observés sur l'ouest des Hautes terres. Lors du pic pluviométrique sur la côte (coupes du bas), les anomalies dans la composante verticale du vent apparaissent beaucoup plus limitées ; par ailleurs des anomalies positives d'OLR, observables à cette phase du cycle (fig. 1), indiquent une absence de convection atmosphérique profonde. Des anomalies d'est en basses couches sur l'océan Indien ouest-équatorial permettent de conclure à une advection d'humidité sur l'AEE, à cette phase du cycle.

4. Conclusions

Les oscillations de Madden-Julian ont une incidence significative sur la répartition intra-saisonnière des précipitations en AEE. Les mécanismes par lesquels s'exerce cette influence sont néanmoins complexes, et font intervenir des processus pluvio-gènes de nature différente au cours du cycle intrasaisonnier. Par ailleurs, la région est-africaine présente des hétérogénéités spatiales marquées, les pluies survenant à des périodes bien différentes sur la côte et dans les Hautes terres.

Une quantification de cette incidence de l'oscillation intrasaisonnière dans la variance totale des pluies, ainsi que la contribution de la MJO à la variabilité interannuelle des pluies de Mars à Mai, feront l'objet d'études ultérieures.

Bibliographie

- Beltrando, G. & Cadet, D. L., 1990, INTERANNUAL VARIABILITY OF THE SHORT RAIN SEASON IN EAST AFRICA: RELATIONSHIPS WITH GENERAL ATMOSPHERIC CIRCULATION, *Veille Climatique Satellitaire*, **33**, 19-36
- Kalnay, E., and Co-authors, 1996, THE NCEP-NCAR 40 YEAR REANALYSES PROJECT, *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 437-471
- Kanamitsu, M., Ebisuzaki, W., Woollen, J., Yang, S.-K., Hnilo, J. J., Fiorino, M. & Potter, G. L., 2002, NCEP-DOE AMIP II REANALYSIS (R-2), *Bulletin of the American Meteorological Society*, **83**, 1631-1643
- Madden, R. A. & Julian, P. R., 1972, DESCRIPTION OF GLOBAL-SCALE CIRCULATION CELLS IN THE TROPICS WITH A 40-50 DAY PERIOD, *Journal of the Atmospheric Sciences*, **29**, 1109-1123
- , 1994, OBSERVATIONS OF THE 40-50 DAY TROPICAL OSCILLATION - A REVIEW, *Monthly Weather Review*, **122**, 814-837
- Matthews, A. J., 2000, PROPAGATING MECHANISMS FOR THE MADDEN-JULIAN OSCILLATION, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **126**, 2637-2652
- , 2004, INTRASEASONAL VARIABILITY OVER TROPICAL AFRICA DURING NORTHERN SUMMER, *Journal of Climate*, **17**, 2427-2440
- Mutai, C. C. & Ward, M. N., 2000, EAST AFRICAN RAINFALL AND THE TROPICAL CIRCULATION/CONVECTION ON INTRASEASONAL TO INTERANNUAL TIMESCALES, *Journal of Climate*, **13**, 3915-3939
- Nakamura, K., 1968, EQUATORIAL WESTERLIES OVER EAST AFRICA AND THEIR CLIMATOLOGICAL SIGNIFICANCE, *Geographical Reports, Tokyo Metropolitan University*, **3**, 43-61