

L'EVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DE L'AIR A PROXIMITE  
DU SOL DANS LA REGION DE LUBUMBASHI AU COURS  
DE LA PERIODE SANS PLUIES CONTINUELLES

The evolution of the water content of the air near the  
ground in the Lubumbashi region during the season  
without continual precipitations

MBENZA M\*

ABSTRACT

With the help of an analysis of the simultaneous variations of vapor pressure and temperature, it has been shown that the season without continual precipitations of the year 1965 could be subdivided into four periods :

- i) in a first period, the atmosphere remains rather humid even if no rain occurs,
- ii) in a second period, sudden advection of cold or warm air with precipitations in the latter case,
- iii) in the middle of the dry season, relative humidity progressively diminishes,
- iiii) during a last period, local precipitations occur notwithstanding the dryness of the air which is maximum outside the occurrences of rain evaporation.

Lastly, simultaneous evolution of temperature and water content would also give some local indications on the atmospherical circulation.

RESUME

Une analyse des variations de la tension de vapeur d'eau associées à celles de la température de l'air montre que la saison sans pluies continues de l'année 1965 à Lubumbashi peut être subdivisée en quatre périodes :

- a) dans une première, l'air reste assez humide même s'il ne se produit aucune pluie,
- b) une seconde enregistre l'occurrence brusque d'air nettement plus froid ou plus chaud accompagné de précipitations dans ce dernier cas,
- c) pendant la pleine saison sèche, l'humidité relative diminue progressivement,
- d) dans une dernière période, des précipitations locales vont de pair avec une sécheresse maximale de l'atmosphère en

---

\* Département de Géographie, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

dehors des épisodes de réévaporation de la pluie.

Enfin, l'évolution simultanée des températures et de la tension de vapeur d'eau est susceptible de fournir des indications sur la circulation atmosphérique locale.

## INTRODUCTION

La variation au cours de l'année de l'humidité "absolue" dans une région intertropicale à saison sèche comme celle de Lubumbashi, n'a guère suscité l'analyse. Appliquée à titre exploratoire à la période en dehors de la pleine saison des pluies, la teneur en eau de l'atmosphère s'est révélée un critère susceptible de préciser les modalités de l'installation puis de la régression de la saison sèche. Une telle étude devrait aussi contribuer à la détermination des dates de début de la saison sèche et de la saison des pluies, problème dont la résolution est assez malaisée (MALAISSE *et al.*, 1978; NTOMBI, 1982).

## METHODE

Les considérations développées ici portent sur une campagne d'observations d'un an (1965), à l'aide d'un thermohygrographe Haenni, installé à la station de la Kasapa, sur le Campus Universitaire de Lubumbashi. L'appareil a été placé sous abri Stevenson à 1 m 50 du sol, au centre d'une clairière de 100 m sur 100 m.

L'humidité de l'atmosphère près du sol a été caractérisée par la tension de vapeur d'eau ( $e$ ). Elle a été déduite des observations de l'humidité relative et de la température. Le dépouillement a été effectué à raison d'une donnée toutes les heures, dont les moyennes journalières ont ensuite été tirées.

Dans le souci d'uniformiser les unités dans la représentation graphique, les données de température ont été remplacées par les tensions maximales de vapeur d'eau ( $E$ ) correspondante (Fig. 1). Ces dernières sont en effet liées à la température de façon presque linéaire. En procédant de cette manière, on a rendu aisé la visualisation du déficit de saturation ( $E - e$ ) qui se déduit de l'écartement entre la courbe de tension maximale et celle de la tension de vapeur d'eau.

### Evolution de l'humidité de l'air

#### Evolution diurne

La tension de vapeur d'eau, contrairement à la température, varie très peu au cours de la journée lorsque les échanges verticaux sont

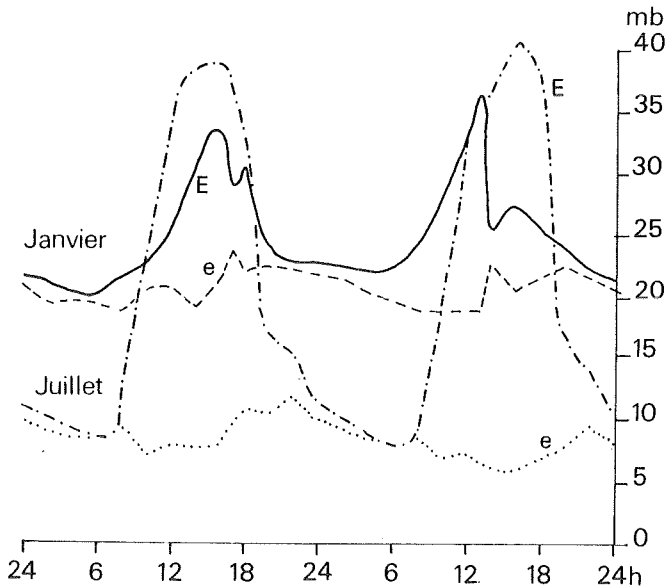


Fig. 1 : Evolution de la tension de vapeur d'eau à la saturation (E) et existant dans l'air (e) pour une période de 48 heures au cours de la saison sèche (juillet) et de la saison des pluies (janvier) à Lubumbashi-Kasapa.

contrôlés par les phénomènes convectifs, comme c'est presque toujours le cas dans les régions tropicales (NIEUWOLT, 1978, p. 93).

L'évolution au cours de la journée est jalonnée par les étapes suivantes; telles que nous le montre le diagramme de la figure 1 :

- une légère augmentation en début de matinée grâce à l'évaporation de la rosée et peut-être déjà à la transpiration au moment où la température commence à croître avec l'augmentation du rayonnement,
- une légère baisse pendant toute la partie centrale de la journée, due aux mouvements de convection qui entraînent vers le haut une quantité de vapeur d'eau plus grande que celle fournie par l'évaporation,
- une nouvelle augmentation, très modérée, dans la soirée liée au ralentissement des mouvements convectifs alors que subsiste une certaine évaporation,
- pendant la nuit, la rosée soustrait une part importante de la vapeur

d'eau à l'atmosphère. Ce phénomène n'affecte, toutefois, que les premiers mètres du fait de la stabilité de l'air au contact avec le sol.

Les écarts sont donc faibles par rapport à la tension de vapeur d'eau moyenne. Des valeurs assez proches de cette dernière se trouvent fréquemment réalisées au cours de la journée. Les pluies peuvent cependant provoquer des variations plus importantes.

### Evolution saisonnière

Notre intérêt s'est porté essentiellement sur l'évolution de l'humidité de l'air au cours de la saison sèche de 1965 et des périodes qui l'encadrent. Un mois de saison des pluies (février 1965) a également été étudié à titre de référence (Fig. 2).

La tension maximale de vapeur d'eau, du fait de sa dépendance vis-à-vis de la température, suit une évolution semblable. Elle est donc également contrôlée pour une grande part, par les phénomènes radiatifs. Le minimum est proche du 21 juin, jour où la distance zénithale du soleil est la plus importante. Le maximum se produit en septembre-octobre au moment où le soleil est le plus haut sur l'horizon alors que la saison des pluies n'est pas encore installée avec ses écrans de nuages et la concurrence d'une évaporation des pluies pour le flux de chaleur sensible.

L'évolution de la tension de vapeur d'eau est souvent corrélée à celle de la tension maximale pour des intervalles de l'ordre d'une semaine. Toutefois, ce n'est plus le cas lorsqu'on envisage une période plus longue, d'un mois par exemple. Le minimum de la tension de vapeur d'eau se présente deux mois après celui de la température et l'augmentation ultérieure se produit avec un gradient beaucoup moins élevé jusque pendant le mois d'octobre. De ce fait, l'humidité relative de l'air diminue progressivement depuis le mois d'avril jusqu'au mois d'octobre, si l'on ne prend pas en considération les intervalles entre les occurrences de pluie. Tout se passe donc comme s'il y avait un effet cumulatif des faibles valeurs de la lame d'eau évaporée tout au long de la saison sèche. Cette évaporation est, en effet, de l'ordre de 30 mm/mois pendant la saison sèche contre 150 mm/mois au cours de la saison des pluies (ALEXANDRE, 1977).

En tenant compte du fait que ces faibles quantités d'eau évaporée introduites sous l'inversion de température des alizés, ne peuvent être évacuées soit vers le haut soit par précipitation, la teneur en eau, à proximité du sol, devrait normalement aller en augmentant. Tel n'étant

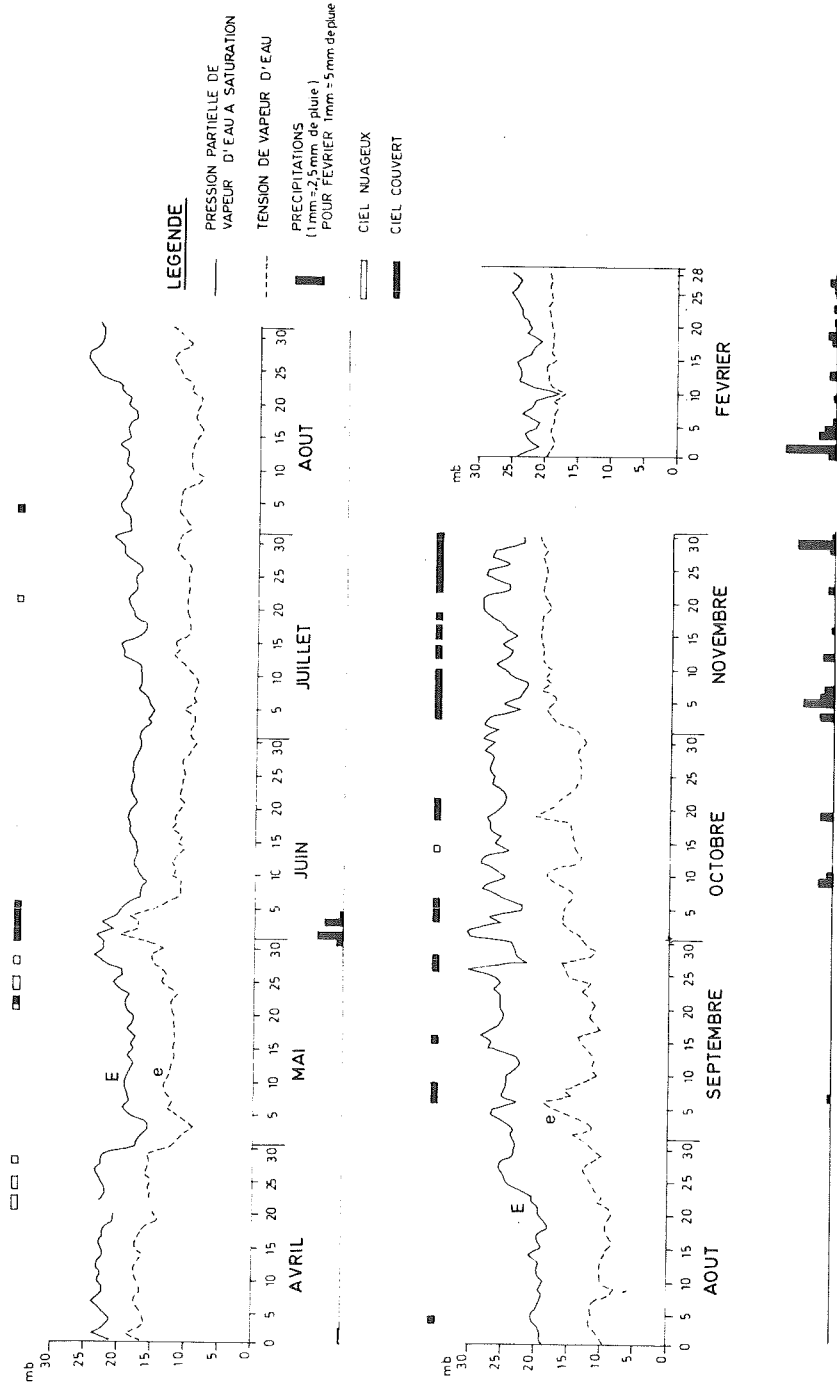


Fig. 2 : Evolution de la tension de vapeur d'eau à la saturation (E) et existant dans l'air (e) pour certains mois de l'année 1965 à Lubumbashi-Kasapa.

pas le cas, il faut donc admettre que l'humidité acquise antérieurement par les masses d'air advectées intervient en même temps que la hauteur de mélange par convection. Celle-ci, rappelons-le, dépend de la structure thermique, c'est-à-dire essentiellement de l'altitude et de la force de l'inversion des alizés. Faute de sondages atmosphériques réguliers à Lubumbashi pendant la période étudiée, il n'a pas été possible de vérifier cette hypothèse. Toutefois, des données relatives à d'autres années existent et permettront de déterminer jusqu'à quelle hauteur se produit cet assèchement (NTOMBI, communication orale).

Il est intéressant de noter l'évolution relativement brusque qui, au cours de 1965, s'est produite à la fin du mois d'août (dans la seconde moitié de la saison sèche) avec une élévation de la température, traduite par une élévation de la tension maximale, et l'assèchement de l'air qui en est découlé.

Au cours du mois de septembre et d'octobre, des évolutions moins durables de ce type deviennent plus fréquentes. Ces deux mois présentent en effet des caractéristiques particulières, une tension maximale élevée (forte température), un grand déficit de saturation et forte probabilité d'occurrence de pluie. Le fait que les pluies se produisent alors que l'air est assez sec (fort déficit de saturation) signifie-t-il qu'une advection d'air humide puisse se produire à un certain niveau en altitude. A moins que cet air relativement sec au sol ne puisse produire les nuages convectifs nécessaires grâce à une confluence et une structure de l'atmosphère particulièrement favorable.

Que le déficit de saturation soit, entre les épisodes de pluies, le plus important de toute l'année malgré une augmentation très sensible de la tension de vapeur d'eau par rapport à la pleine saison sèche, indiquerait des hauteurs de mélange relativement importantes qui s'accommoderaient bien de la déstabilisation de l'inversion des alizés à l'approche d'une zone de convergence et peut-être aussi de l'activation des mouvements de convection, le rayonnement étant maximum à l'approche du passage du soleil au zénith.

L'augmentation momentanée de la tension de vapeur d'eau ne se produit pas toujours après une chute de pluie, mais les précipitations étant très locales, il semble bien que l'on puisse faire intervenir des pluies tombées dans la région.

Le caractère spécifique des mois de septembre et octobre, très chauds et très secs ressort nettement de l'examen du diagramme hygrother-

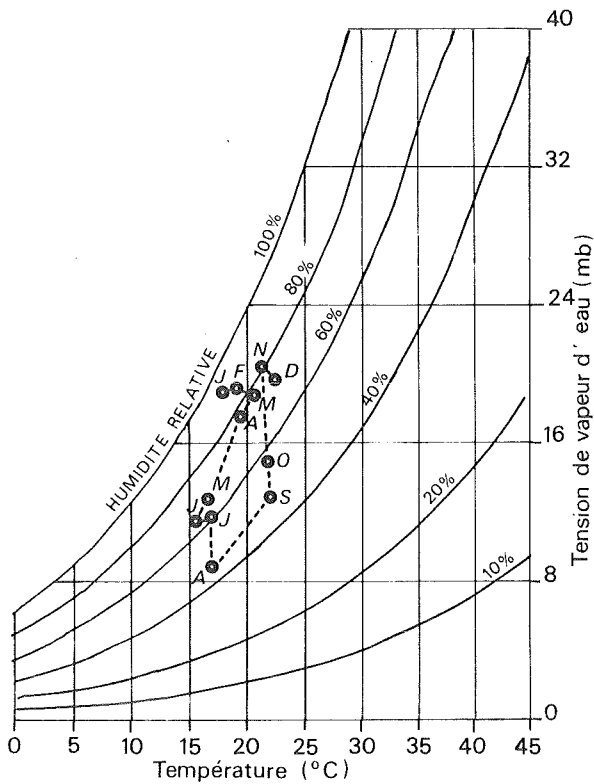


Fig. 3 : Evolution des moyennes mensuelles de température et d'humidité de l'air portée en diagramme hygrothermique (Lubumbashi-Kasapa).

mique de la station de Kasapa (Fig. 3). On retrouve également ce caractère à la station de Lusaka, située un peu plus au sud, dans la même zone climatique que Lubumbashi (RUDLOFF, 1981).

L'installation de la saison sèche se traduit par une augmentation du déficit de saturation dû, au départ, pendant le mois d'avril, à une diminution progressive de la tension de vapeur d'eau. Au début du mois de mai, un brusque refroidissement marque le commencement de la diminution des températures. Au début de juin, un épisode pluvieux est par contre accompagné d'un réchauffement notoire de l'atmosphère. Ceci est en opposition avec les variations en fin de la saison sèche où les pluies rafraîchissent l'atmosphère. Des arrivées soudaines d'air froid ou d'air chaud peuvent donc se produire au début de la saison sèche. Lorsque celle-ci est bien installée, en juillet et août, température et tension de vapeur d'eau varient encore de conserve mais sans que l'humidité relative soit modifiée de façon notoire; certaines augmentations de la température

et de la tension de vapeur coïncident ici non plus avec une occurrence de pluie mais seulement avec celles d'un ciel nuageux ou couvert.

DHONNEUR (1974) en se fondant sur son expérience dans le domaine de la météorologie synoptique a proposé, pour distinguer l'air sec de l'air humide, une valeur limite de 15 mb pour la pression partielle de vapeur d'eau. Cette valeur peut être utilisée à Lubumbashi dans la recherche des dates qui encadrent la saison sèche. En effet, une pression supérieure à 15 mb se maintient pendant toute la saison des pluies, se maintient pendant le mois d'avril qui est un mois de transition et ne réapparaît qu'au début du mois de novembre. Dans les deux cas, l'évolution se fait de façon relativement nette. Pendant la saison sèche, le seuil de 15 mb ne sera dépassé très momentanément que lors d'épisodes pluvieux ou très nuageux (une fois à la fin du mois de mai et à plusieurs reprises dans le courant des mois de septembre et octobre).

L'opposition peut être faite entre le mois d'avril d'une part qui bien qu'entièrement dépourvu de précipitations, du moins au cours de l'année étudiée, a conservé une humidité "absolue" supérieure à 15 mb.

#### CONCLUSION

En ce qui concerne l'année étudiée, la saison sans pluies continues a pu être divisées en quatre périodes de caractéristiques différentes :

- a) une période pendant laquelle l'humidité de l'air reste importante même s'il ne pleut plus, comme cela a été le cas en avril 1965,
- b) une période d'advection quelquefois assez brusque d'air froid ou d'air chaud que les précipitations humidifient après coup, advection qui affecte la partie inférieure de l'atmosphère pour le moins. Cette période englobe le mois de mai et le début du mois de juin,
- c) la pleine saison sèche qui court du 1er juin aux derniers jours du mois d'août avec une température stationnaire au départ puis croissante peu après le solstice et un assèchement progressif de l'atmosphère. Comme pendant la période précédente, température et humidité absolue évoluent ensemble mais avec une variabilité nettement plus faible que précédemment,
- d) enfin une période de transition vers la saison des pluies avec des occurrences de moins en moins locales de ces dernières. Ces occurrences de pluies sont ponctuées de brusques refroidissements de l'atmosphère accompagnés d'une forte humidité passagère. Entre les épisodes



pluvieux, l'humidité relative reste assez basse malgré une légère augmentation de la tension de vapeur d'eau.

Avec le début des pluies continuelles, la tension de vapeur d'eau remonte définitivement au-dessus de la valeur-seuil de 15 mb.

Une extension de l'enquête à un nombre d'années suffisant devrait permettre, tout en précisant les "types de temps" qui ont été distingués, d'en vérifier les probabilités d'occurrence selon les périodes.

Enfin, l'évolution dans le temps de l'humidité atmosphérique, allée à celle de la température peut fournir un certain nombre d'indices quant à la circulation atmosphérique dans une région proche de la station. Il conviendrait de vérifier les hypothèses émises notamment à la lumière de sondages aérologiques simultanés comme il en est effectué à Lubumbashi.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J., 1977. Le bilan de l'eau dans le miombo (forêt claire tropicale). *Bull. Soc. Géogr. Liège*, 13, 107-126.
- DHONNEUR, G., 1974. *Nouvelle approche des réalités météorologiques de l'Afrique Occidentale et Centrale*. 2 tomes, ASECNA, Dakar.
- MALAISSE, F., MALAISSE-MOUSSET, M. & SCHOROCHOFF, G., 1978. Analyse de la pluviosité à Lubumbashi et dans ses environs immédiats. *Geo-Eco-Trop*, 2, 3, 301-315.
- NIEUWOLT, S., 1977. *Tropical climatology*. John Wiley & Sons, London, 207 p.
- NTOMBI, M.K., 1982. La date du début de la saison des pluies à Lubumbashi (Shaba, Zaïre). *Geo-Eco-Trop*, 6, 3,
- RUDLOFF, W., 1981. *World climates with tables of climatic data and practical suggestions*. Stuttgart, 632 p.

