

## Saisons pluviométriques et origine des pluies au Rwanda

### Pluviometric seasons and rainfall origin in Rwanda

<sup>1</sup> L. ILUNGA, I. MUHIRE et <sup>2</sup> C. MBARAGIJIMANA <sup>2</sup>

**Abstract :** The values of 0.68 and 1.23 of the inter-monthly pluviometric coefficient are used to differentiate in Rwanda four pluviometric seasons corresponding to the four thermal ones: the normal season (summer), the rainy season (autumn), the dry season (winter) and the normo-rainy season (spring). The spatial pluviometric decreasing from West to East, specially in October (spring) and February (summer) suggests an « Atlantic monsoon influence » while the homogeneous spatial rainfall distribution suggests an « Inter-tropical front » mechanism.

Key words : Rwanda - pluviometric seasons - mechanisms

**Résumé :** Les valeurs de 0,68 et 1,23 du coefficient pluviométrique inter-mensuel ont permis de différencier au Rwanda quatre saisons pluviométriques calquées sur les quatre saisons thermiques : la saison normale (été), la saison pluvieuse (automne), la saison sèche (hiver) et la saison normo-pluvieuse (printemps). La décroissance pluviométrique spatiale observée d'Ouest en Est, notamment en octobre (printemps) et en février (été) suggère l'influence de la « mousson atlantique » tandis que la distribution pluviométrique spatiale homogène fait penser à un mécanisme de type « Front Intertropical ».

Mots-clés : Rwanda - saisons pluviométriques - mécanismes

## INTRODUCTION

Le Rwanda se situe entre 1°4' et 2°51' de latitude sud et 28°53' et 30°53' de longitude est; il fait ainsi théoriquement partie intégrante de la zone climatique chaude équatoriale.

Par rapport à la circulation générale atmosphérique, il connaît:

- les alizés Nord venant du Sahara qui traversent le lac Victoria où ils se chargent d'humidité;
- les alizés du Sud-Est venant de l'anticyclone des Mascareignes qui déchargent une bonne partie de leur humidité sur l'Afrique de l'Est avant d'aborder le Rwanda à l'état relativement sec;
- la mousson atlantique qui, après s'être déchargée également de son humidité sur les massifs des Mitumba (R.D.Congo), arrive au Rwanda plus desséchée et en fin de course.

Les mécanismes de pluviogénèse sont ceux essentiellement de l'Equateur météorologique incliné (EMI) ou front intertropical (FIT) entre les alizés Nord et Sud et de la convergence interocéanique (CIO) entre les alizés sud et la mousson atlantique. Il s'agit, en fait, de mécanismes continentaux plus secs que ceux, maritimes, de la convergence intertropicale (CIT) ( LEROUX, M., 1992). Un troisième mécanisme de pluviogénèse envisageable est celui des pluies orographiques étant donné le caractère haut perché du Rwanda (1500-3000m).

Ce caractère altitudinal et celui très continental du Rwanda, lequel est situé à environ 2000 km aussi bien de l'Océan Atlantique que de l'Océan Indien, sont certainement des facteurs majeurs, parmi d'autres, de sa détérioration climatique par rapport aux conditions climatiques de la zone à laquelle il appartient (zone chaude équatoriale). C'est ainsi qu'au lieu de présenter un climat de type équatorial sans saison sèche (Af de Köppen), le Rwanda présente majoritairement un climat

<sup>1</sup> Kigali Institute of Education, B.P. 5039 Kigali, Rwanda; e-mail: ilungalutum @ yahoo.fr & muhinno @ yahoo.fr

<sup>2</sup> C/O Pr. ILUNGA Lutumba, KIE, B.P. 5039 Kigali, Rwanda

tropical à nette saison sèche de type Aw3-4. Cet impact de l'altitude est ici figuré par rapport aux pluies et aux températures, ainsi qu'on peut le voir dans les figures 1 et 2. En effet, on observe la croissance pluviométrique ainsi que la décroissance thermique avec l'altitude.

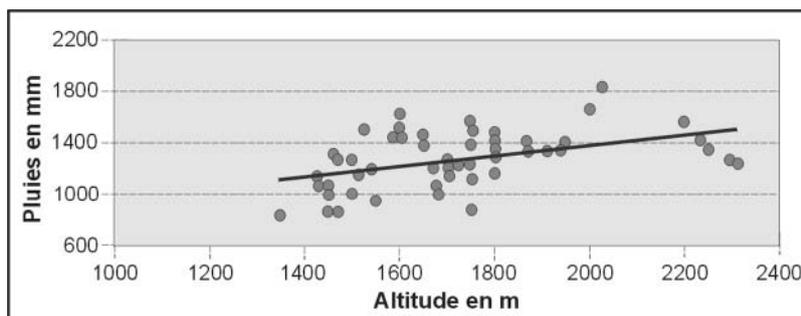


Fig. 1 : variation des pluies moyennes annuelles avec l'altitude pour 51 stations (1961-1990)

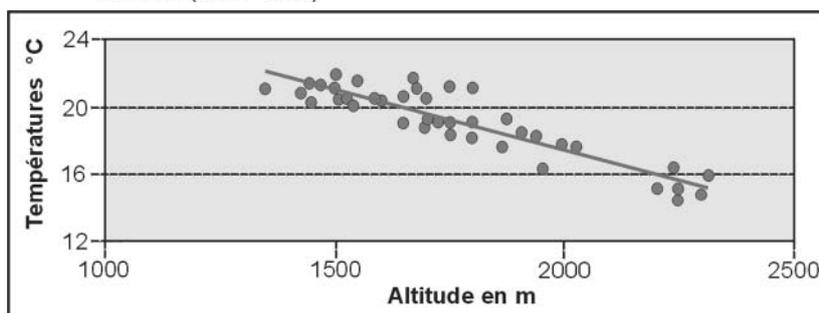
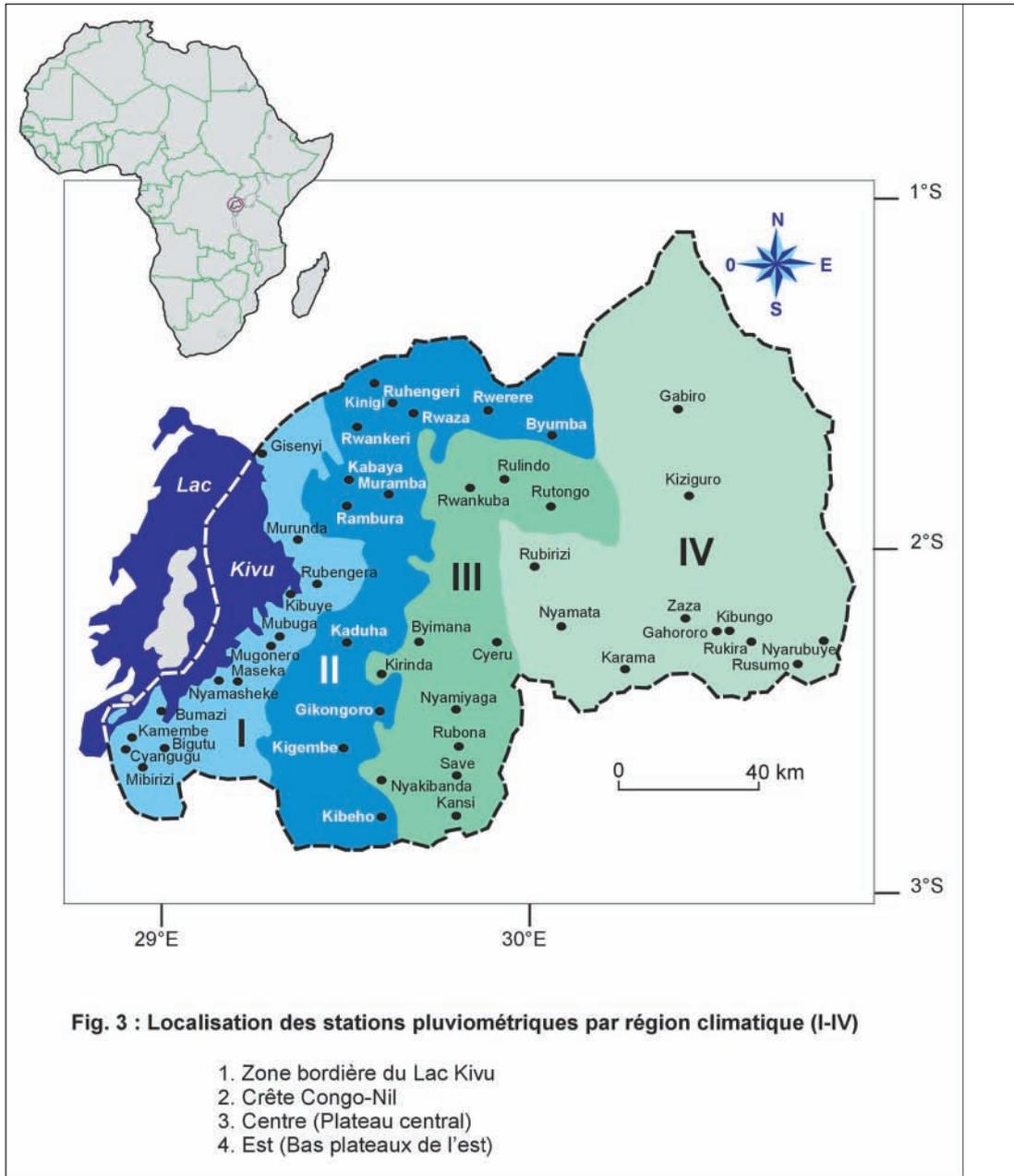


Fig. 2 : variation des températures moyennes annuelles avec l'altitude pour 51 stations (1961-1990)

Le but du présent article est d'étudier la répartition pluviométrique spatio-temporelle au Rwanda afin de déceler l'origine des pluies de ses différentes régions climatiques à savoir:

- La région bordière du lac Kivu (1500-2000 m) dont les stations sont situées entre 1470 et 1875 m.
- La région de la crête Congo-Nil (1800-3000 m) à laquelle nous rattachons les hautes terres du Nord (Ruhengeri) dont les stations se situent entre 1800 et 2312 m
- La région du plateau central (1500-2000 m) avec les stations situées entre 1450 et 1800 m.
- La région des bas plateaux de l'Est (1000-1500 m, avec quelques sommets isolés allant jusqu'à 1750 m); leurs stations se situent entre 1403 et 1750 m.

N°	Stations au bord du lac Kivu	Coordonnées Géographiques		Moyennes annuelles ( $P_a$ )	Moyennes intermensuelles $\frac{P_a}{12} = P_{int}$	Altitude (en m.)
		Latitude	Longitude			
1	BUMAZI	2° 25'	29° 02'	1635,3	136,3	1600
2	CYANGUGU	2° 29'	28° 53'	1503,7	125,3	1525
3	KAMEMBE	2° 28'	28° 55'	1437,7	119,8	1591
4	KIBUYE	2° 03'	29° 21'	1265,7	105,5	1470
5	GISENYI	1° 41'	29° 15'	1198,6	99,9	1540
6	MASEKA	2° 18'	29° 11'	1287,3	107,3	1465
7	MIBIRIZI	2° 34'	28° 57'	1511,7	126	1750
8	MUBUGA	2° 10'	29° 19'	1441,6	120	1650
9	MUGONERO	2° 11'	29° 17'	1508,7	125,7	1600
10	MURUNDA	1° 53'	29° 22'	1335,4	111,3	1875
11	NYAMASHEKE	2° 18'	29° 05'	1267,7	105,6	1500
12	RUBENGERA	2° 02'	29° 25'	1248,2	104	1700
13	SHANGI	2° 23'	29° 00'	1450,2	120,8	1600



N°	Stations crête Congo - Nil	Coordonnées Géographiques		Moyennes annuelles (Pa)	Moyennes intermensuelles $\frac{Pa}{12} = P_{int}$	Altitude (en m.)
		Latitude	Longitude			
1	BIGUTU	2° 30'	29° 02'	1837,4	153,1	2025
2	BYUMBA	1° 35'	30° 04'	1415,5	117,9	2235
3	KABAYA	1° 44'	29° 32'	1351,6	112,6	2250
4	GIKONGORO	2° 29'	29° 33'	1336	111	1910
5	KADUHA	2° 14'	29° 32'	1459	121,6	1900
6	KIBEHO	2° 39'	29° 33'	1347,8	112,3	1940
7	KIGEME	2° 29'	29° 32'	1662,6	138,5	2000
8	KINIGI	1° 27'	29° 35'	1561,31	130,1	2200
9	MURAMBA	1° 46'	29° 37'	1389,6	115,8	1950
10	RAMBURA	1° 41'	29° 31'	1346	112,2	2300
11	RUHENGARI	1° 31'	29° 40'	1400	116,7	1860
12	RWANKERI	1° 35'	29° 32'	1252,8	104,4	2250
13	RWAZA	1° 32'	29° 41'	1363,1	113,6	1800
14	RWERERE	1° 32'	29° 53'	1234,8	102,9	2312

N°	Stations Centre	Coordonnées Géographiques		Moyennes annuelles (Pa)	Moyennes intermensuelles $\frac{Pa}{12} = P_{int}$	Altitude (en m.)
		Latitude	Longitude			
1	BYIMANA	2° 11'	19° 44'	1239,2	103,3	1750
2	CYERU	2° 13'	29° 56'	1032,9	86	1450
3	KANSI P.	2° 43'	29° 45'	1213,4	101,1	1670
4	KIRINDA	2° 15'	29° 34'	1441,6	120,1	1650
5	GITWE	2° 14'	29° 42'	1105,9	92,2	1750
6	MATA	2° 34'	29° 35'	1417,8	118,2	1800
7	NYAKIBANDA	2° 38'	29° 34'	1534,2	127,9	1750
8	NYAMIYAGA	2° 24'	29° 47'	1160,6	96,7	1800
9	RUBONA C.	2° 29'	29° 46'	1240,9	103,4	1706
10	RULINDO	1° 43'	29° 55'	1287,2	107,3	1800
11	RUTONGO	1° 43'	30° 30'	1196,6	99,7	1700
12	RWANKUBA	1° 45'	29° 50'	1372,1	114,3	1750
13	SAVE P.	2° 33'	29° 46'	1231,3	102,6	1725

N°	Stations Est	Coordonnées Géographiques		Moyennes annuelles (Pa)	Moyennes intermensuelles $\frac{Pa}{12} = P_{int}$	Altitude (en m.)
		Latitude	Longitude			
1	GABIRO	1° 38'	30° 24'	863,3	71,9	1472
2	GAHORORO	2° 10'	30° 30'	1161	96,8	1700
3	KARAMA P.	2° 17'	30° 16'	838,7	69,9	1403
4	KIBUNGO	2° 10'	30° 32'	1016,9	84,7	1680
5	KIZIGURO	1° 46'	30° 25'	955,6	79,6	1550
6	NYAMATA	2° 09'	30° 05'	1085,2	90,4	1428
7	NYARUBUYE	2° 12'	30° 45'	870	72,5	1750
8	RUBIRIZI	1° 59'	30° 07'	1002,7	83,6	1450
9	RUKIRA	2° 13'	30° 35'	1005,9	83,8	1500
10	RUSOMO	2° 16'	30° 44'	873	72,7	1450
11	ZAZA	2° 08'	30° 25'	1157,5	96,4	1515

Aucune différence nette n'existe entre ces 2 dernières régions du fait que toutes les stations pluviométriques se situent entre 1400 et 1800m d'altitude.

Nous regroupons ici les régions du bord du lac Kivu et de la crête Congo-Nil sous le vocable "région occidentale ou « Ouest ». Les régions du plateau central et des bas plateaux de l'Est sont nommées respectivement « Centre » et « Est » du Rwanda.

## METHODOLOGIE

Dans la présente étude, toutes les stations ne sont pas utilisées. Nous avons sélectionné 51 stations où les observations couvrent la plus longue durée (30 ans) et qui présentent un bon ajustement (B. CHUZEVILLE, 1990): graphique, droite calculée et intervalle de confiance (loi de Gauss). Le contrôle des données a été fait par les méthodes de la moyenne mobile et des doubles cumuls. La liste des stations sélectionnées par région climatique ainsi que leurs caractéristiques sont reprises au Tableau I ci-après. Leur position a été reportée sur la carte du Rwanda (Fig. 3).

### DETERMINATION DES MOIS SECS AU RWANDA

Deux méthodes de détermination des mois secs sont utilisées ici. Il s'agit:

- de l'indice de BIROT (P/4T) approprié à la zone chaude pour les régions du bord du lac Kivu, du plateau central et des bas plateaux de l'Est. Leurs températures moyennes mensuelles sont toujours supérieures à 18°C (critère de Köppen);
- de l'indice de GAUSSEN (P/2T) adapté au climat méditerranéen (Ch. P. PEGUY, 1970) mais qui est utilisé dans la région de la crête Congo-Nil pour le caractère tempéré de ses températures dû à l'effet orographique (2000-3000 m).

L'application de ces deux indices a abouti aux résultats figurés dans le tableau ci-après:

Tableau II : Mois secs par région climatique

Mois	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep.	Oct.	Nov.
Régions												
Bord du lac (BIROT)	H	H	H	H	H	H	S	S	S	H	H	H
Crête Congo - Nil (GAUSSEN)	H	H	H	H	H	H	H	S	H	H	H	H
Centre (BIROT)	H	H	H	H	H	H	S	S	S	H	H	H
Est (BIROT)	H	H	H	H	H	H	S	S	S	S	H	H

D'après ce tableau, il apparaît clairement que pour tout le Rwanda, la période de juin à août doit être considérée globalement comme correspondant à la saison sèche. C'est le moment où le soleil se trouve dans l'hémisphère Nord en position la plus éloignée du Rwanda situé dans l'hémisphère sud. Toutefois, il s'agit de nuancer cette situation pour :

- la région de la crête Congo-Nil dont la saison sèche se réduit (effet orographique) à un seul mois, celui de juillet;
- la région des bas plateaux de l'Est dont la saison sèche, par contre, s'allonge d'un mois jusqu'en septembre (4 mois secs).

## DETERMINATION DES SAISONS PLUVIOMETRIQUES

Afin de pouvoir comparer les niveaux des pluviosités mensuelles, nous avons d'abord calculé, pour la période de 1961 à 1990, les normales mensuelles ( $P_i$ ), la normale annuelle ( $P_a$ ) (R. ARLERY, H. GRISSOLET et B. GUILMET, 1973) et la normale inter-mensuelle ( $p_{int} = \frac{P_a}{12}$ ). Ensuite nous avons calculé le coefficient pluviométrique inter-mensuel ( $R_i = \frac{P_i}{p_{int}}$ ).

Nous avons ensuite classé, par ordre décroissant, les normales mensuelles  $P_i$  des différentes stations ainsi que leurs coefficients pluviométriques ( $R_i$ ) afin de déterminer les 3 classes de pluviosité : mois pluvieux, normaux et secs. Pour cela nous avons déterminé 2 limites :

- la limite sèche d'apparition des 3 mois les plus secs (juin, juillet, août)
- la limite humide d'apparition des 3 mois les plus pluvieux (avril, novembre, mars).

Ces deux limites ont été respectivement fixées à 0,68 et 1,23 (moyennes arithmétiques des « $p_{int}$ »). Nous avons ainsi établi l'échelle ci-après, utilisée dans la présente étude :

<b>0,68</b>	<b>1,23</b>	
mois secs à très secs	mois normaux	mois pluvieux à très pluvieux
S	N	P

Les résultats que nous avons obtenus par cette méthode sont figurés dans le tableau III avec comme symboles S= sec à très sec, N= normal, P= pluvieux à très pluvieux.

Tableau III: caractérisation de la pluviométrie mensuelle par les coefficients pluviométriques intermensuels ( $R_i$ )

Mois Régions	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct	Nov.
<b>Bord du lac Kivu 13 stations</b>	N=13 P=0	N=9 P=4	N=8 P=5	P=12 N=1	P=13	N=11 P=2	S=13	S=13	S=13	N=13	P=10 N=3	P=13
<b>Crête Congo - Nil 14 stations</b>	N=14	N=14	N=12 P=2	P=12 N=2	P=14	P=10 N=4	S=14	S=14	S=14	N=14	P=9 N=5	P=13 N=1
<b>Centre 13 stations</b>	N=11 P=2	N=14	N=12 P=1	P=8 N=4	P=13	P=9 N=5	S=13	S=13	S=12 N=1	N=12 S=2	N=13	P=13
<b>Est 11 stations</b>	N=10 P=1	N=11	N=11	P=8 N=3	P=11	P=4 N=7	S=11	S=11	S=11	N=10 P=1	N=9 P=2	P=11
<b>Pluviosité moyenne mensuelle</b>	N	N	N	P	P	P-N	S	S	S	N	N-P	P
<b>Synthèse Pluviosité saisonnière</b>	ETE Saison normale estivale			AUTOMNE Saison pluvieuse de l'automne			HIVER Saison sèche hivernale			Printemps Saison normo - pluvieuse du printemps		

Quatre constatations peuvent être faites dans le tableau ci-dessus :

1. La synthèse en bas du tableau met en évidence 4 saisons pluviométriques calquées sur les 4 saisons thermiques;
  - la saison normale estivale (plus fort éloignement solaire S)
  - la saison pluvieuse d'automne
  - la saison sèche hivernale (plus fort éloignement solaire N)
  - la saison normo-pluvieuse du printemps
2. Pendant l'hiver (juin à août), toutes les stations sont sèches dans toutes les régions climatiques du Rwanda
3. En été, une similitude pluviométrique apparaît entre l'Ouest et l'Est. Le tableau IV montre le même nombre des stations pluvieuses aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est. Le mois de février constitue l'exception. Il montre une décroissance pluviométrique de l'Ouest à l'Est : 5 stations pluvieuses à l'Ouest, 2 sur la crête Congo-Nil, 1 au Centre et 0 à l'Est. Les pluies semblent provenir de l'Ouest et auraient comme origine la mousson atlantique.
4. Un contraste net apparaît entre l'Ouest et l'Est (sens large) au cours des mois à éloignement relativement moindre du soleil (Printemps et Automne):

Tableau IV. Nombre de stations pluvieuses par région climatique en été (décembre à février)

Région Mois	Ouest		Centre	Est
	Bord du lac Kivu	Crête Congo - Nil		
Décembre	P=0	P=0	P=2	P=1
Janvier	P=4	P=0	P=0	P=0
Février	P=5	P=2	P=1	P=0

Au printemps on constate (Tableau V) que :

En septembre, aussi bien l'Est que l'Ouest ne présentent pratiquement pas de stations pluvieuses. Aucune origine pluviométrique préférentielle n'est envisageable. Les pluies seraient originaires du FIT et de caractère normal.

En novembre, toutes les stations sont pluvieuses dans toutes les régions ; l'extension généralisée de ces pluies pourrait suggérer une origine de type FIT.

En octobre, les pluies sont plus abondantes à l'Ouest (10 stations) qu'à l'Est (2 stations). Au cours de ce mois, on observe une décroissance pluviométrique de l'Ouest vers l'Est : 10 stations au bord du Lac, 9 sur la crête Congo-Nil, 0 au centre et 2 à l'Est. L'origine occidentale des pluies est envisageable, ce qui laisse supposer l'intervention de la mousson atlantique.

Tableau V. Nombre de stations sèches et pluvieuses par région climatique au printemps (septembre à novembre)

Région Mois	Ouest		Centre	Est
	Bord du lac Kivu	Crête Congo - Nil		
Septembre	S=0 P=0	S=0 P=0	S=2 P=0	S=6 P=1
Octobre	P=10	P=9	P=0	P=2
Novembre	P=13	P=13	P=13	P=11

Tableau VI. Nombre de stations pluvieuses et très pluvieuses par région climatique en automne (mars à mai)

Région Mois	Ouest		Centre	Est
	Bord du lac Kivu	Crête Congo - Nil		
Mars	P=12	P=12	P=8	P=8
Avril	P=13	P=14	P=13	TP=11
Mai	P=2	P=10	P=9	P=4

En automne, on constate (Tableau VI) que les pluies sont plus ou moins équilibrées entre l'Est et l'Ouest, notamment en avril ; leur origine serait à chercher dans des mécanismes de type FIT. Au mois de mai, par contre, une nette diminution des stations pluvieuses apparaît aussi bien à l'Ouest (bord du lac) qu'à l'Est, par rapport à la région centrale. En effet, seules les régions de la crête Congo-Nil et du centre présentent chacune une dizaine de stations pluvieuses. Les pluies seraient induites par le FIT mais probablement d'orientation plus méridienne, vers le centre du Rwanda.

De ce qui précède, on peut déduire l'existence, à la fois d'une similitude et d'une différence pluviométrique spatio-temporelle.

La similitude semble caractériser les saisons à plus fort éloignement du soleil, à savoir l'été et l'hiver. Au cours de ces saisons, les pluies sont soit normales (été), soit très faibles (hiver).

Les différences pluviométriques observées au Rwanda sont perceptibles durant les périodes de moindre éloignement du soleil (printemps et automne) et liées aux différences de pluviogénèse. Au printemps, durant les mois de septembre et de novembre, les pluies sont équilibrées aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est ; l'origine pluviométrique de type FIT est ici envisageable. Par contre, au mois d'octobre, on observe une nette décroissance pluviométrique de l'Ouest vers l'Est ; l'origine pluviométrique serait alors de type « mousson atlantique ». Notons qu'une situation similaire mais moins marquée apparaît en février (fin de l'été) . En automne (mars, avril, mai), on connaît de façon générale une situation pluviométrique équilibrée entre l'Ouest et l'Est suggérant aussi une pluviogénèse de type FIT.

## CONCLUSION

Le Rwanda présente deux régions topographiques: à l'Ouest la zone bordière du lac Kivu et la Crête Congo- Nil ; à l'Est les plateaux du centre et de l'Est.

Les indices de Birot et de Gaussen ont mis en évidence globalement pour le Rwanda une saison sèche de 3 mois (juin, juillet, et août). Cette dernière se réduit à un mois (juillet) sur la crête Congo-Nil et s'allonge à 4 mois sur les bas plateaux de l'Est.

L'étude du coefficient pluviométrique inter-mensuel a permis de déterminer 3 types de mois (sec à très sec, normal et pluvieux à très pluvieux) avec les limites respectives de 0,68 et 1,23. Quatre saisons pluviométriques calquées sur les saisons thermiques ont été ainsi déterminées: la saison normale (estivale), la saison pluvieuse (automnale), la saison sèche (hivernale) et la saison normo-pluvieuse (printanière).

Les différences pluviométriques spatiales observées au Rwanda seraient liées à la différence des mécanismes de la pluviogénèse : une situation d'équilibre entre l'ouest et l'est suggère une origine de type « FIT » tandis qu'une décroissance pluviométrique de l'Ouest vers l'Est suggère une origine de type « mousson atlantique » ; l'influence de cette dernière se marquant principalement en octobre et février.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARLERY, R., GRISSOLLET, H. et GUILMET, B., 1973. Climatologie : méthodes et pratiques. *Edition Gauthier*, Paris, Bruxelles, Montréal, 376p.
- CHUZEVILLE, B., 1990. Hydrologie tropicale et appliquée en Afrique subsaharienne. Ouagadougou, 275p.
- LEROUX, M., 1992. L'Equateur Météorologique en Afrique. Du front intertropical : FIT, à l'Equateur Météorologique : EMI et EMV. Evolution d'un concept. *Publ. Assoc. Intern. de climat.*, 5 : 145-156.
- PEGUY, Ch. P., 1970. Précis de climatologie. Paris, *Masson*, 468p.