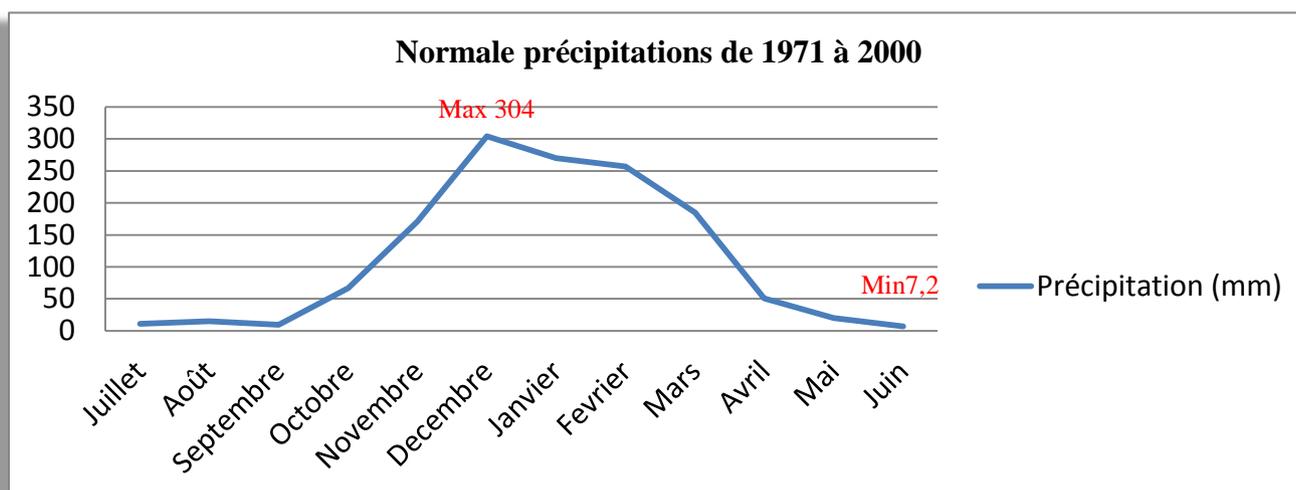


**Chapitre 4 :** Analyse du régime pluviométrique dans cette zone sur la station d'Ambohimambola.

#### 4.1. La variation pluviométrique mensuelle.

##### 4.1.1 Le régime pluviométrique mensuel en année excédentaire.

Avant de faire l'analyse sur l'année excédentaire des périodes (1950-1973, 2000-2016), la courbe (cf graphique n°8) montre la normale pluviométrique mensuelle de 1971 à 2000. Les mois qui ont la quantité des pluies de plus de 100mm sont des mois pluvieux durant la saison pluvieuse dans la station d'Antananarivo. Il s'étend de Novembre à Mars. Et les mois qui ont la quantité des pluies en dessous de 50mm sont des mois secs ou saison sèche. Le mois d'Octobre et le mois d'Avril sont des mois intermédiaires, ce sont les intersaisons. Le mois le plus humide est le mois de Décembre, le mois le plus sec est le mois de Juin.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 8 :** Normale précipitations à Antananarivo de 1971 à 2000.

Les tableaux (cf tableau n°8 et n°9) représentent l'année excédentaire, l'année moyenne et déficitaire dans les deux périodes : 1950 à 1973, 2000 à 2016.

**Tableau 8 :** Les années extrêmes (excédentaire et déficitaire) et moyenne de la station d'Ambohimambola dans la première période.

Année/Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Cumul Annuel
1950	335	69	216	17	9	10	29	7	4	54	164	241	1155
1951	314	105	305	69	3	32	25	21	4	6	265	280	1429
1952	310	126	169	130	61	13	1	36	54	8	96	188	1192
1953	130	154	318	37	24	59	22	28	39	54	64	188	1117
1954	305	408	133	69	8	25	0	8	9	33	174	326	1498

1955	382	152	279	21	0	20	0	0	0	16	54	271	1195
1956	359	173	171	59	17	4	46	4	74	19	96	366	1388
1957	164	157	171	98	2	2	8	3	17	86	70	271	1049
1958	382	252	214	8	9	17	28	29	97	87	118	366	1607
1959	254	277	383	6	0	2	3	9	0	9	159	202	1304
1960	351	217	118	228	155	88	5	47	19	231	424	287	2170
1961	314	918	325	97	26	17	32	29	7	57	180	288	2290
1962	53	167	66	65	38	4	10	7	0,4	57	202	300	969,4
1963	402	203	121	99	33	46	7	9	0,6	93	154	316	1483,6
1964	171	198	161	8	15	43	48	2	12	58	182	325	1223
1965	327	161	132	48	4	1	82	49	40	91	151	366	1452
1966	203	187	69	72	51	9	2	26	24	63	174	319	1199
1967	315	158	277	22	5	8	31	29	49	98	317	274	1583
1968	89	167	71	21	25	14	6	0	12	43	89	319	856
1969	371	375	119	59	29	17	20	30	47	82	117	370	1636
1970	394	314	119	42	27	12	3	5	2	17	189	89	1213
1971	341	146	177	57	6	4	16	5	38	21	187	241	1239
1972	157	347	182	62	55	23	75	51	13	36	60	114	1175
1973	105	129	88	5	16	13	22	21	27	0	72	162	660

Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

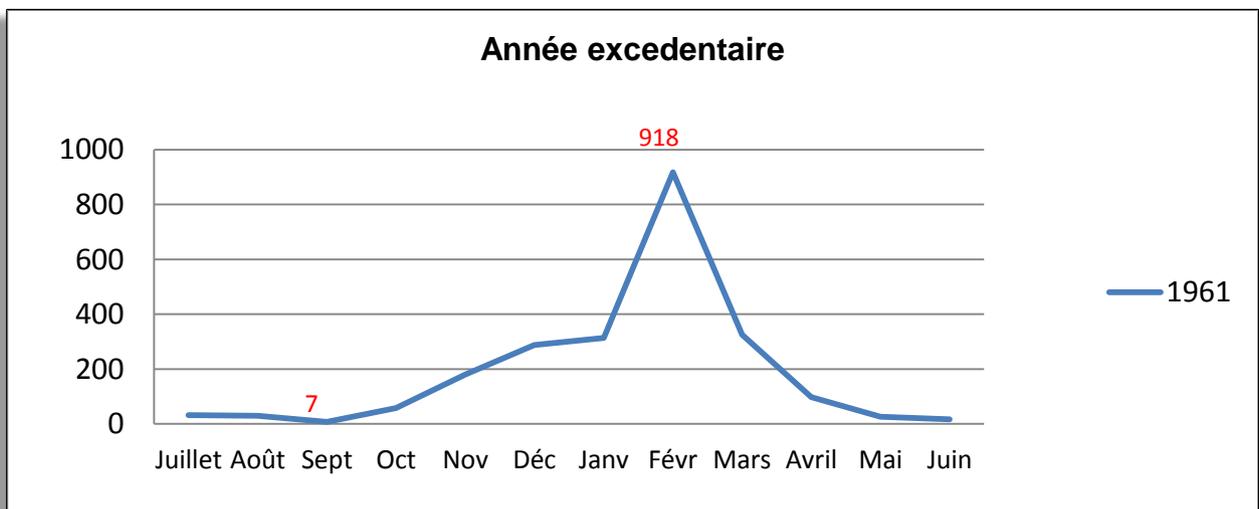
**Tableau 9** : Les années extrêmes (excédentaire et déficitaire) et moyenne de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période.

Année/Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Cumul Annuel
2000	15,7	0,6	0,5	28,7	189,6	202,4	114	256,5	142	1,4	4,5	4	959,9
2001	377	114,5	81,5	21	4,5	5	16,5	35	2,5	27	67	210	961,5
2002	196	433	121	208,5	78	4,5	7	4	4,5	22	137,5	522,5	1738,5
2003	578	222,5	489	18	21,5	15,1	20,1	1,5	33	41,5	125,5	280,5	1846,2
2004	268,5	282,5	159,5	43	16	12,5	5	41	5,5	5,5	129	367,5	1335,5
2005	325	187	178,5	126	24	4,5	0,5	0	0	0,5	100	411,5	1357,5
2006	211	50,5	232,5	67,5	10,5	9	5,5	3,5	3	26,5	200	224	1043,5
2007	639	402	149,5	74	28,5	5,5	18	3	13,5	63	150,5	263	1809,5
2008	215,5	348,5	52,5	139,5	9	4,5	2	1	68,5	60	321,5	97	1319,5
2009	290,5	203	189	113	2,5	2	2,1	3	0,4	80,4	99,1	239,3	1224,3
2010	203,5	34,7	294,5	0,2	9,3	2,5	1,7	4,9	0	43,4	139,7	268,5	1002,9

2011	228,1	176,3	87,7	175	17,4	0	0	1,2	0,6	49,4	100,3	199	1035
2012	249,3	243,1	196,8	89,4	21,8	0,2	0	0	0	16,2	105,3	271,9	1194
2013	341,1	166,3	129,4	44,5	28,1	4	0	3,4	0	108,8	156,9	275,5	1258
2014	182,6	159	191,8	175,7	29,5	38,1	8,5	0	0	7,4	67,4	232,4	1092,4
2015	308,9	509,2	212,8	0,4	14,2	2,4	2,7	2,7	11,4	1,4	56	389,9	1512
2016	191,6	202,8	198,4	11,2	32,1	12,5	4,6	0,2	0,4	40,2	70,8	42	806,8

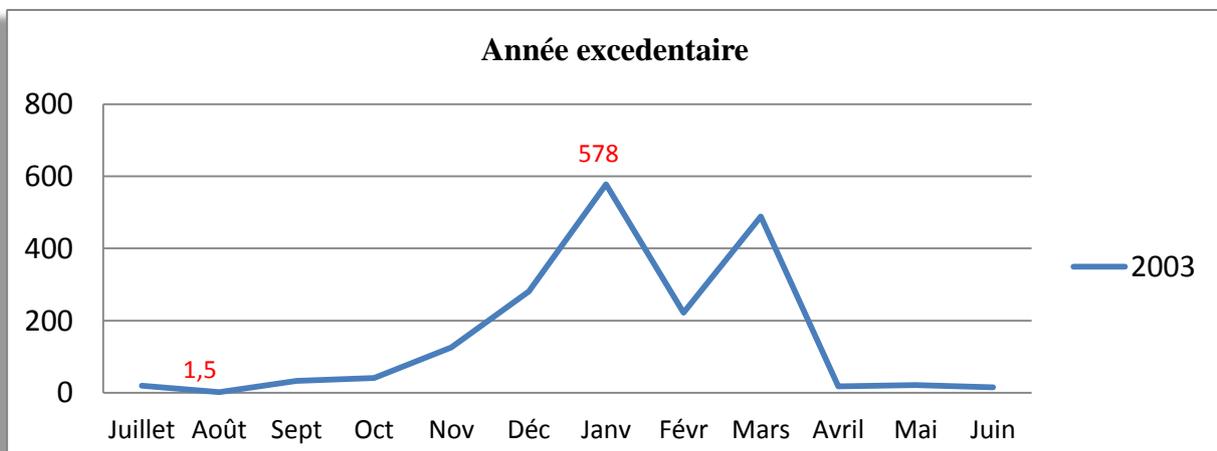
Source :DGM (Direction Générale de la Météorologie).

Même cas pour l'année excédentaire de 1950 à 1973, la courbe (cf graphique n°9) montre la quantité des fortes pluies dans cette période. Au-dessus de 100mm, les mois pluvieux s'étendent de Novembre à Mars. Et les mois secs s'étendent de Mai à Septembre avec des pluies inférieure à 50mm. Les mois d'Octobre et Avril sont les intersaisons.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 9 :** La courbe pluviométrique mensuelle de l'année excédentaire de la station d'Ambohimambola dans la première période.



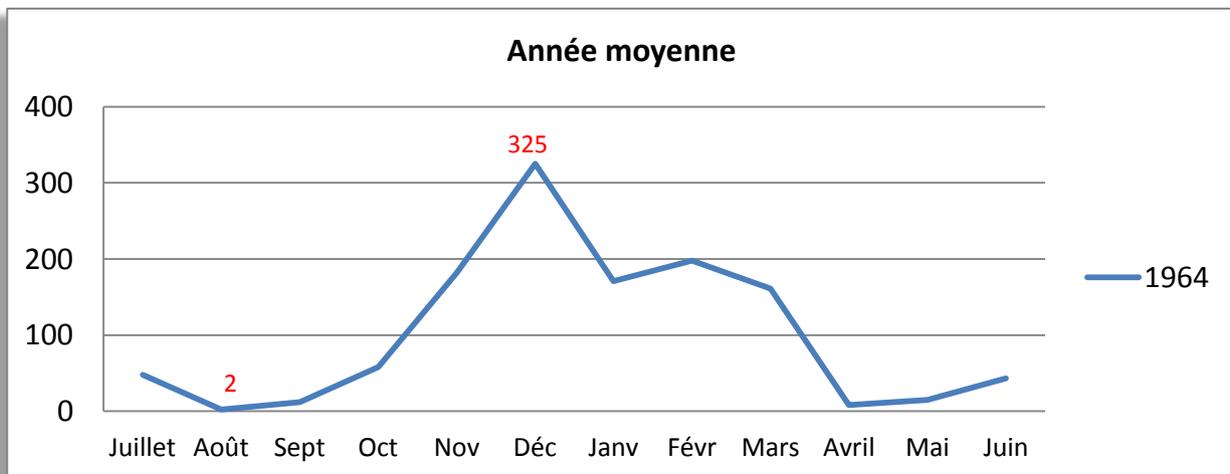
Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 10 :** La courbe pluviométrique mensuelle de l'année excédentaire de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période.

Le **graphique n°10** représente la courbe pluviométrique mensuelle de l'année excédentaire de la station d'Ambohimambola entre 2000 à 2016 (**cf tableau n°9**). La quantité des pluies au-dessus de 100mm s'étend de Novembre à Mars. Le maximum a lieu au mois de Janvier (578mm). Les mois secs s'étendent d'Avril à Octobre (inférieur à 50mm) avec l'absence d'intersaison. En 2003, la principale cause de ce pic peut être la perturbation climatique (le phénomène d'El Nino ou La Nina). El Nino est un phénomène climatique de nature exceptionnelle, se formant de part et d'autre de l'équateur (principalement dans l'Océan Pacifique). Elle est caractérisée par une élévation anormale des températures océaniques de surface et affectant le climat terrestre de plusieurs région du monde.

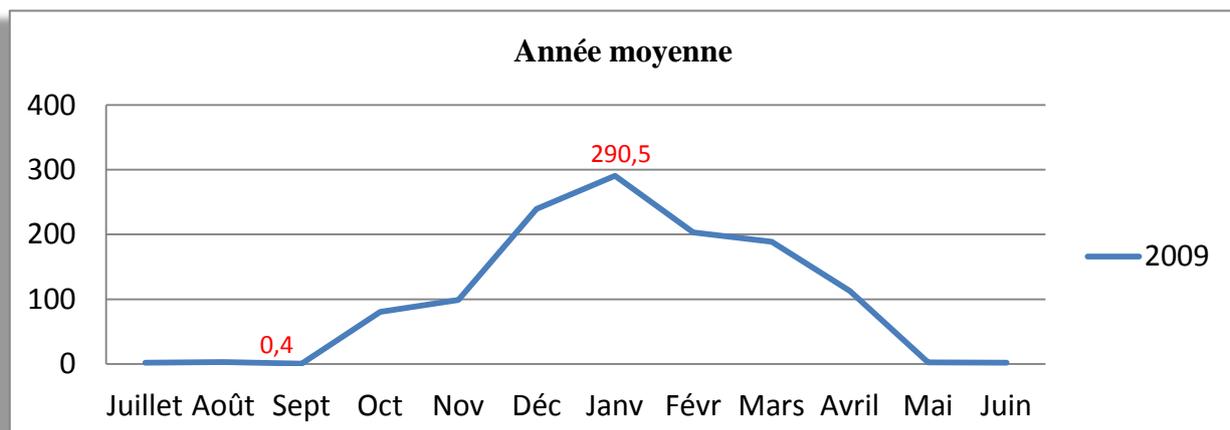
#### 4.1.2 Le régime pluviométrique mensuel en année moyenne.

En année moyenne (**cf graphique n°11**), les mois qui ont la quantité des pluies au-dessus de 100mm s'étend de Novembre à Mars. Et les mois qui ont la quantité des pluies au-dessous de 50mm s'étend d'Avril à Septembre. Et c'est le mois d'Octobre qui suit l'intersaison dans cette période.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 11** : Les pluies mensuelles en année moyenne de la station d'Ambohimambola dans la première période.



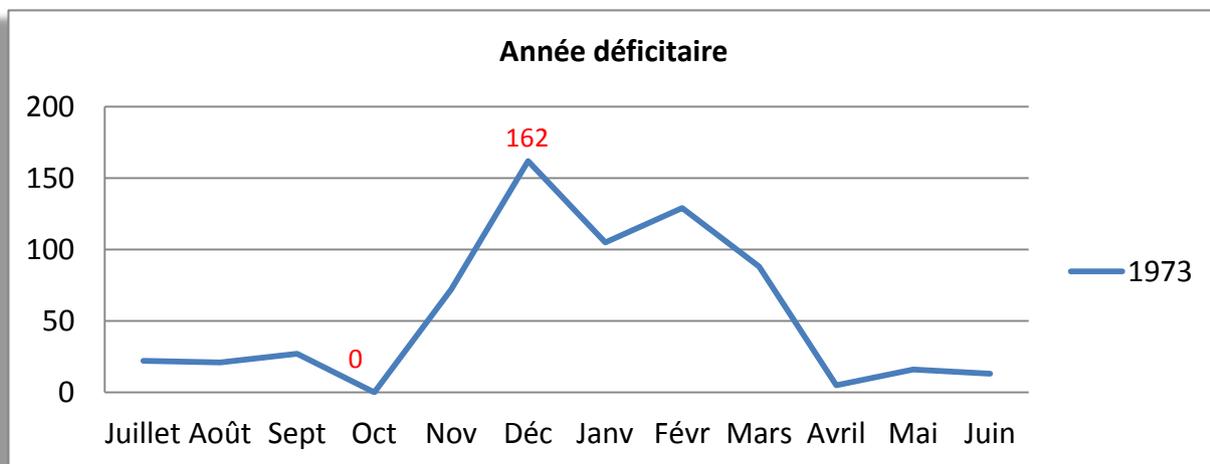
Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 12** : Les pluies mensuelles en année moyenne de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période.

Cette courbe (**graphique n°12**) représente la quantité des pluies mensuelles en année moyenne de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période (de 2000 à 2016) (**cf tableau n°9**). Ici, la saison pluvieuse s'étend de Décembre à Avril (plus de 100mm) et la saison sèche s'étend de Mai à Septembre (moins de 50mm). L'intersaison est le mois d'Octobre et le mois de Novembre. Telle que le maximal a lieu au mois de Janvier et le minimal a lieu au mois de Septembre.

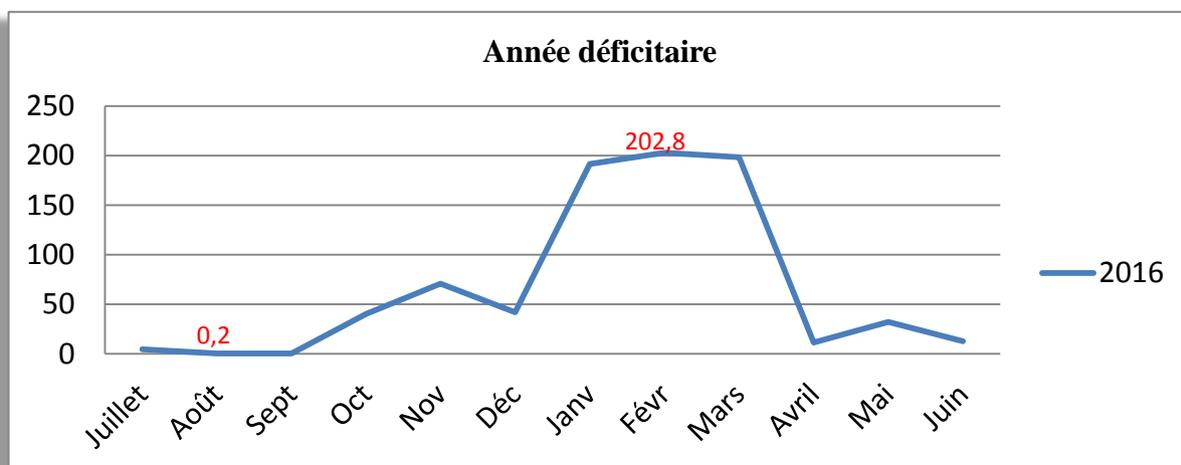
#### 4.1.3 Le régime pluviométrique mensuel en année déficitaire.

La quantité des pluies en 1973 (**cf graphique n°13, tableau n°8**) est la plus faible dans la première période. Les mois pluvieux s'étendent de Décembre à Février et les mois secs s'étendent d'Avril à Octobre. Les mois de Novembre et Mars sont les intersaisons dans cette période. L'assèchement s'allonge et les précipitations se raréfient.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 13 :** Les pluies mensuelles de la station d'Ambohimambola en année déficitaire dans la première période.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 14 :** Les pluies mensuelles de la station d'Ambohimambola en année déficitaire dans la deuxième période

L'année 2016 (cf **graphique n°14**) est l'année déficitaire dans la deuxième période, c'est l'année la plus récente de cette analyse. Dans cette période, la quantité des pluies au-dessus de 100mm s'étend de Janvier à Mars, le maximum a lieu au mois de Février avec de 202.8mm. Et les mois le plus sec (au-dessous de 50mm) s'étend au mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre et le mois de Décembre. Telle que la pluie maximale est le mois de Février (202.8mm) et le minimal a lieu au mois d'Août (0.2mm).

**Tableau 10** : le nombre des mois humides, mois intermédiaire et sèche en année excédentaire, moyenne et déficitaire dont deux périodes (1950-1973 ; 2000-2016).

		Nombre de mois humide	Nombre de mois intermédiaire	Nombre de mois sèche
Année excédentaire	1961	5 (Nov. à Mars)	2 (Avril et Oct.)	5 (Mai à Sept)
	2003	5 (Nov. à Mars)	0	7 (Avril à Oct.)
Année moyenne	1964	5 (Nov. à Mars)	1 (Oct.)	6 (Avril à Sept)
	2009	5 (Déc. à Avril)	2 (Oct. et Nov.)	5 (Mai à Sept)
Année déficitaire	1973	3 (Déc. à Févr.)	2 (Mars et Nov.)	7 (Avril à Oct.)
	2016	3 (Janv. à Mars)	1 (Nov.)	8 (Avril à Oct. et Déc.)

Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

Le **tableau n°10** présente l'année excédentaire, l'année moyenne et l'année déficitaire pour les deux périodes (1950-1973 ; 2000-2016). En année excédentaire, les saisons sont bien réparties dans l'année, 5 mois humides, 5 mois secs avec 2 intersaisons (en 1961). Exceptionnellement, en 2003, la saison pluvieuse dure 5mois et la saison sèche s'allonge d'Avril à Octobre. Le cas exceptionnel peut être dû aux perturbations climatiques comme le phénomène d'El Nino ou La Nina. En année moyenne, les précipitations s'étalent au mois de Décembre à Avril et la saison sèche s'étale de Mai à Septembre (en 2009). Telle qu'en année déficitaire, le nombre des mois humides diminuent temporairement. La saison pluvieuse s'étend du mois de Décembre jusqu'au mois de Février et la saison sèche s'étend du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre et s'intercale au mois de Décembre (en 2016). La répartition annuelle dans cette station d'Ambohimambola explique la variabilité des précipitations.

## 4.2. Evolution pluviométrique annuelle pour les mois humides et secs :

### 4.2.1. Evolution pluviométrique saisonnière dans la première période : de 1950 à 1973

Dans la première période, le **tableau n°11** montre l'évolution pluviométrique annuelle des deux saisons (saison humide et chaude, saison sèche et fraîche) sur la station d'Ambohimambola. La quantité des pluies pour les mois humides diminuent de 57 à 796mm, c'est-à-dire une différence de 739mm pendant 24ans. Pour les mois secs, la quantité des pluies diminuent de 64 à 254.6mm, c'est-à-dire une différence de 190.6mm pendant 24ans. Donc, on peut déduire que la diminution de la

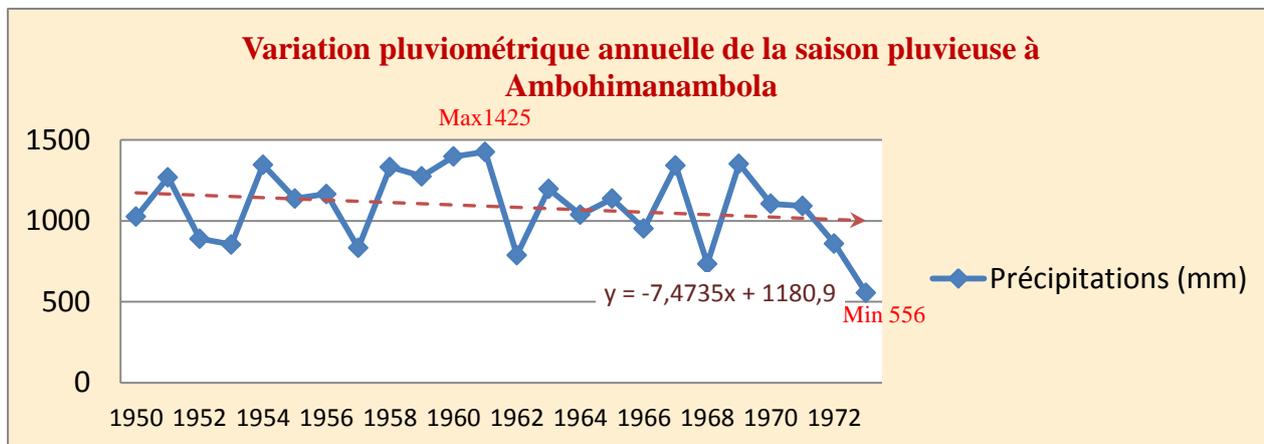
quantité des pluies pendant la saison pluvieuse est beaucoup plus accélérée par rapport à celle de la saison sèche, ça veut dire que +25.8%.

**Tableau 11:** Evolution pluviométrique des mois humide et sèche de la station d'Ambohimambola dans la première période

Année	Pluies annuelles	Mois humide		Mois sec	
		Nombre de mois humide	Quantité des pluies (mm)	Nombre de mois sec	Quantité des pluies (mm)
1950	1155	5	1025	5	59
1951	1429	5	1269	5	85
1952	1192	5	889	5	165
1953	1117	5	854	5	172
1954	1498	5	1346	5	50
1955	1195	5	1138	5	20
1956	1388	5	1165	5	145
1957	1049	5	833	5	32
1958	1607	5	1332	5	180
1959	1304	5	1275	5	14
1960	2170	5	1397	5	314
1961	2290	5	1425	5	111
1962	969,4	5	788	5	59.4
1963	1483,6	5	1196	5	95.6
1964	1223	5	1037	5	120
1965	1452	5	1137	5	176
1966	1199	5	952	5	112
1967	1583	5	1341	5	122
1968	856	5	735	5	57
1969	1636	5	1352	5	143
1970	1213	5	1105	5	49
1971	1239	5	1092	5	69
1972	1175	5	860	5	217
1973	660	5	556	5	99

Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

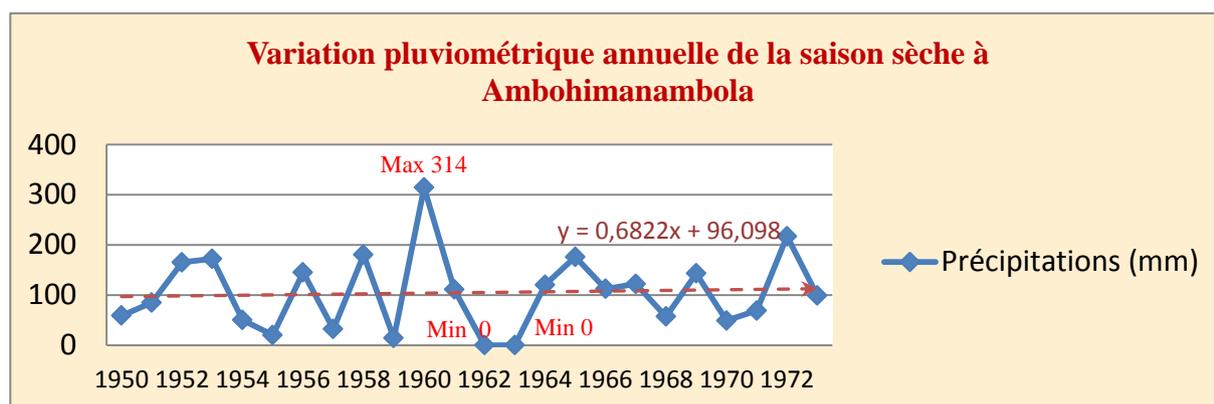
Ici, on peut voir nettement l'évolution de la variation pluviométrique de la saison pluvieuse et saison sèche de la station d'Ambohimambola de 1950 à 1973 (cf graphique n°15).



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 15 :** La représentation graphique de la variation pluviométrique annuelle de la saison pluvieuse de la station d'Ambohimambola durant la première période.

Pendant la saison sèche, un seul pic domine dans cette période. L'état de l'atmosphère change d'aspect et couverte des produits chimiques, des gaz à effets de serre. Parfois, le pic est dû à la perturbation climatique comme le mécanisme d'El Nino. Une telle variation des pluies provenant de l'atmosphère terrestre (cf graphique n°16).



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 16 :** La représentation graphique de la variation pluviométrique annuelle de la saison sèche de la station d'Ambohimambola dans la première période.

#### 4.2.2. Evolution pluviométrique saisonnière dans la deuxième période : de 2000 à 2016

Dans la deuxième période, le **tableau n°12** montre l'évolution pluviométrique annuelle des deux saisons (saison humide et chaude, saison sèche et fraîche) sur la station d'Ambohimambola. La diminution pluviométrique de la saison pluvieuse est de 236 à 812.6mm, avec une différence de 576.6mm pendant 17ans. Pendant la saison sèche, elle est de 69 à 841mm avec une différence de 772mm pendant 17ans. Le cas ici est l'inverse de la première période ; la diminution de la quantité des pluies pendant la saison sèche (cf graphique n°18) est beaucoup plus accélérée par rapport à la saison humide (graphique n°17) c'est-à-dire que +74.7%.

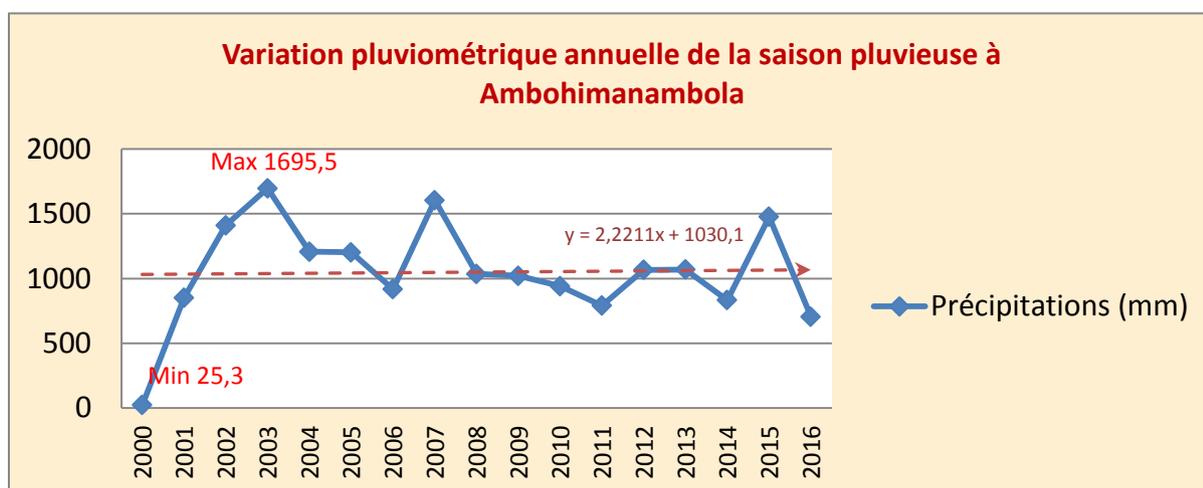
Bref, la variation pluviométrique annuelle de la saison pluvieuse tend à diminuer de 162.4mm entre ces deux périodes. Et une augmentation de 581.4mm pour la saison sèche.

**Tableau 12 :** Evolution pluviométrique des mois humide et sèche de la station d'Ambohimambola dans la première période

Année	Pluies annuels	Mois humide		Mois sec	
		Nombre de mois humide	Quantité des pluies (mm)	Nombre de mois sec	Quantité des pluies (mm)
2000	959.9	5	25.3	5	904.5
2001	961.5	5	850	5	63.5
2002	1738.5	5	1410	5	98
2003	1846.2	5	1695.5	5	91.2
2004	1335.5	5	1207	5	80
2005	1357.5	5	1202	5	29
2006	1043.5	5	918	5	31.5
2007	1809.5	5	1604	5	68.5
2008	1319.5	5	1035	5	85
2009	1224.3	5	1020.9	5	10
2010	1002.9	5	940.9	5	18.4
2011	1035	5	791.4	5	19.2
2012	1194	5	1066.4	5	22
2013	1258	5	1069.2	5	35.5
2014	1092.4	5	833.2	5	76.1
2015	1512	5	1476.8	5	33.4
2016	806.8	5	705.6	5	49.8

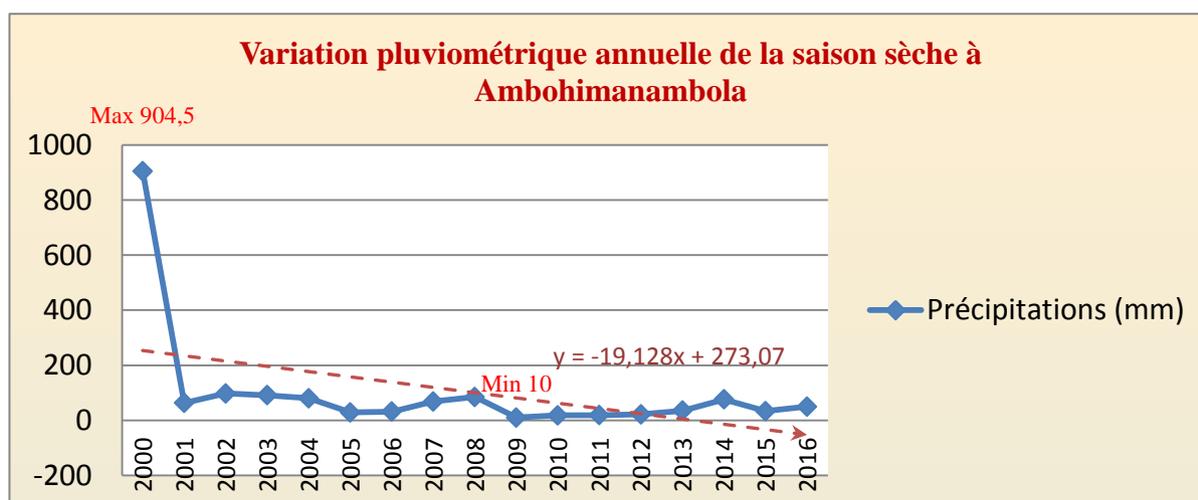
Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

Même cas pour la deuxième période (de 2000 à 2016), il y a une telle variation dans cette période avec 4 maximales : en 2002, 2003, 2007 et 2015 (plus de 1400mm) (cf graphique n°18).



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 17 :** La représentation graphique de la variation pluviométrique annuelle de la saison pluvieuse de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

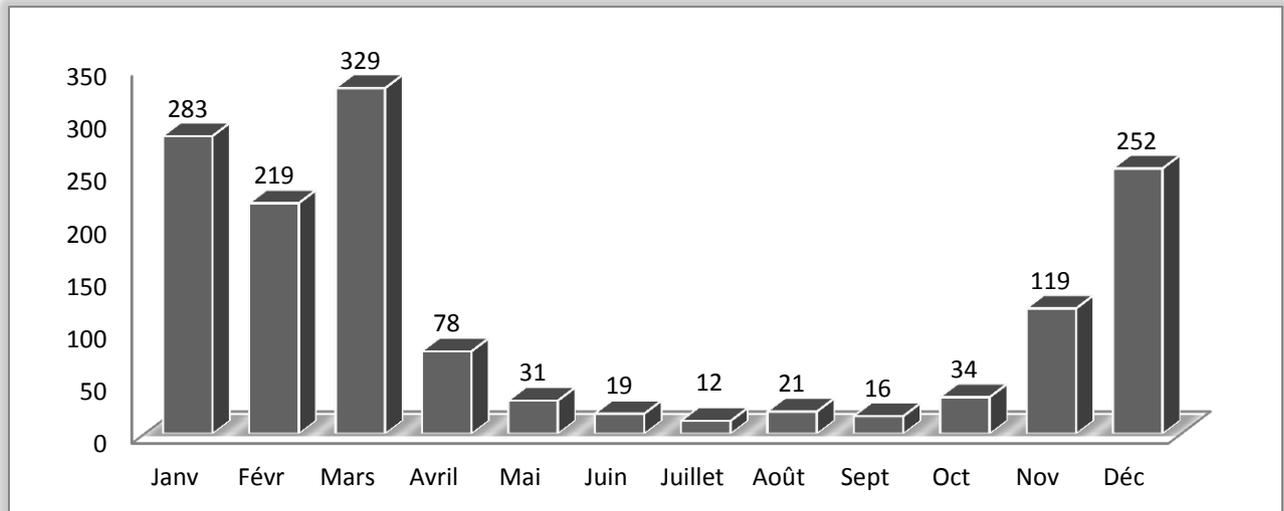
**Graphique 18 :** La représentation graphique de la variation pluviométrique annuelle de la saison sèche de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période

#### 4.3. La moyenne pluviométrique mensuelle de la station d'Ambohimambola dans les deux périodes.

En général, ces deux graphiques représentent la variation pluviométrique mensuelle de la station d'Ambohimambola pendant les deux périodes: de 1950 à 1973, de 2000 à 2016.

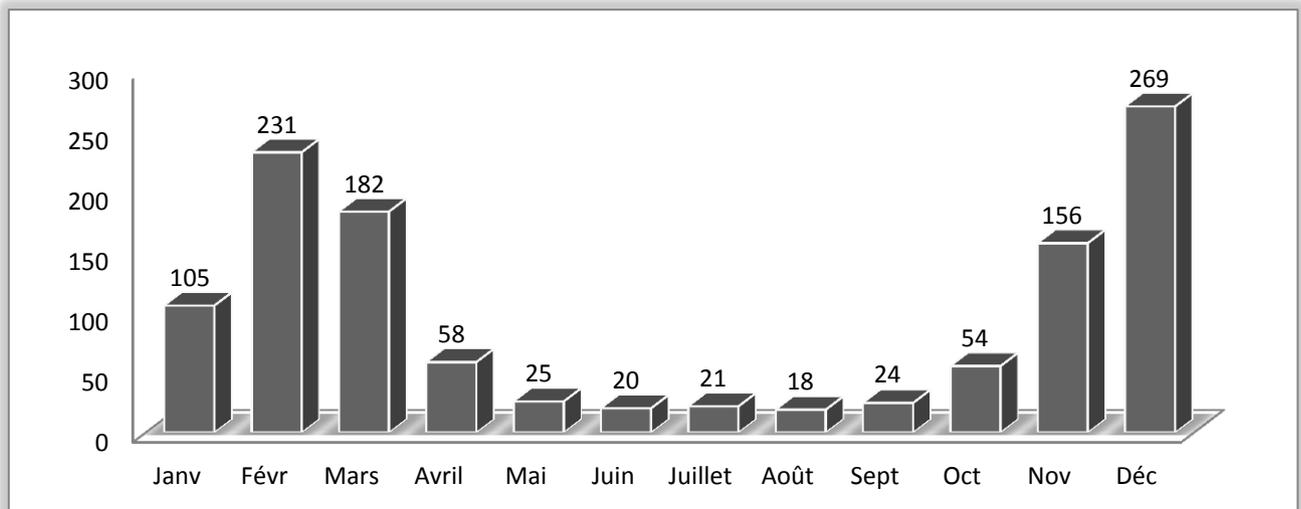
On constate que la quantité des pluies a plus forte pendant la première séquence d'année (cf **graphique n°19**) a lieu au mois de Mars avec 329mm. Pour la deuxième séquence (cf **graphique n°20**), la plus forte pluie a lieu au mois de Décembre avec de 269mm. Alors, il y a une diminution de 60mm le maximum. Les mois pluvieux dans la première période s'étendent de Novembre à Mars, les pluies au-dessus de 100mm. La deuxième période s'étend de Novembre à Mars. Et les

mois secs s'étendent de Mai à Octobre (moins de 50mm) pour la première et de Mai à Septembre pour la deuxième. C'est le mois d'Avril qui suit l'intersaison en premier et le deuxième reste le mois d'Avril et Octobre. Le résultat pour la moyenne annuelle pour les deux périodes, il y a une diminution de 6.02mm. La moyenne annuelle dans la première période est de 111.35mm et la deuxième est de 105.37mm. Alors, il y a une tendance à l'assèchement de la variabilité pluviométrique.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 19 :** Les pluies mensuelles moyennes de la station d'Ambohimambola dans la première période.



Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

**Graphique 20 :** Les pluies mensuelles moyennes de la station d'Ambohimambola dans la deuxième période.

#### 4.4. Indice pluviométrique d'Ambohimambola

Selon les données fournies par la DGM (Direction Générale de la Météorologie), on va déterminer le nombre de mois sec et le nombre de mois humide afin de prendre une moyenne de 24ans de 1950 à 1973 et de les comparer à l'année 2016. On a choisi le Coefficient Pluviométrique Mensuel

(CPM) de **RAVET** et **PEGUY** pour calculer la moyenne de la période 1950 à 1973 (**tableau n°13**) et le Coefficient pluviométrique Relatif d'**ANGOT** pour l'année 2016 (**tableau n°14**).

$$CPM = \frac{\text{précipitations mensuelles}}{\text{précipitations annuelles}} \times 12$$

Le mois est humide si CPM est supérieur à 1, s'il est inférieur à 1, le mois est sec. La précipitation moyenne annuelle est de 1336.8mm.

**Tableau 13:** Coefficient pluviométrique mensuel.

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
<b>Moyenne mensuelle</b>	105	231,7	182,7	58,3	25,7	20,1	21,7	18,9	24,5	54,9	156,5	269,5
<b>CPM</b>	0,94	2,07	1,64	0,52	0,23	0,18	0,19	0,17	0,22	0,49	1,41	2,42

Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

Les mois de Novembre, Décembre, Février et Mars ont des valeurs de CPM supérieures à 1 et les valeurs de CPM inférieures à 1 sont les mois de Janvier, Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre. On a donc 8 mois secs et 4 mois humides.

Pour l'étude de la pluviométrie en 2016, on a choisi le Coefficient Pluviométrique Relative d'Angot (**cf tableau n°13**). Il s'agit d'un indice « q » exprimant la particularité plus ou moins pluvieuse d'un mois donné sur l'ensemble de l'année. C'est le rapport des précipitations réelles de chaque mois à ce que ce mois recevrait compte tenu de sa longueur si le total des précipitations annuelles était régulièrement réparti tout au long de l'année.

Pour le mois de 31jours :  $q = \frac{\text{précipitation mensuelle}}{0.085 \times \text{précipitation annuelle}}$

Pour le mois de 31jours :  $q' = \frac{\text{précipitation mensuelle}}{0.082 \times \text{précipitation annuelle}}$

Pour le mois de 28jours :  $q'' = \frac{\text{précipitation mensuelle}}{0.077 \times \text{précipitation annuelle}}$

La moyenne pluviométrique annuelle est de 806.8mm.

**Tableau 14 :** Coefficient pluviométrique relatif de la station d'Ambohimambola en 2016.

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
<b>Moyenne mensuelle</b>	191,6	202,8	198,4	11,2	32,1	12,5	4,6	0,2	0,4	40,2	70,8	42
<b>CPR</b>	2,79	3,26	2,89	0,17	0,47	0,19	0,07	0,003	0,006	0,58	1,07	0,61

Source : DGM (Direction Générale de la Météorologie).

Les mois qui ont des valeurs de CPR supérieures à 1 sont les mois de Novembre, Janvier, Février et Mars. Et les mois qui ont des valeurs de CPR inférieures à 1 sont les mois d'Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre et Décembre. Donc, on a ici 8 mois secs et 4 mois humide. On a alors un climat tropical d'altitude à deux saisons contrastées avec la durée des mois humides et secs presque la même dans ces deux coefficients.

## CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

Ambohimambola est marqué par un climat tropical d'altitude à deux saisons distinctes : la saison humide et chaude s'étend de Novembre à Mars et la saison sèche et fraîche s'étend de Mai à Septembre. La tendance pluviométrique interannuelle avec deux périodes (de 1950 à 1973 et 2000 à 2016) montre la variation pluviométrique de la station d'Ambohimambola avec une tendance négative. Cela est dû aux actions anthropiques à différentes échelles. Les pluies sont excédents en année 1961 (1<sup>ère</sup> période) en année 2003 (2<sup>ème</sup> période), elles sont moyen en année 1964 (1<sup>ère</sup> période) en année 2009 (2<sup>ème</sup> période) et il y a un déficit en 1973 (1<sup>ère</sup> période) en 2016 (2<sup>ème</sup> période). Tout cela est expliqué par le coefficient de variation de 26.5% la première et de 24.5 % la deuxième. Donc, la variation est nette. Selon la répartition pluviométrique interannuelle de la station, les mois humides s'étendent de 3 à 5 mois, l'intersaison de 0 à 2 mois, tandis que les mois secs s'étendent de 5 à 8 mois. On constate alors que la variation pluviométrique entre en relation sur cette zone et l'indice pluviométrique selon le CPM de **RAVET** et CPR d'**ANGOT** montre le climat tropical d'altitude à saison contrasté.