

## 2. Indicateur d'inertie

Les variables sont centrées-réduites, l'inertie totale est égale au nombre de variables, égal à 12. Sur le Tableau 55, en optant pour 3 facteurs, on a une inertie de 9,798 qui représente 81,652% de l'inertie des nuages dans l'espace tout entier. Les facteurs représentent respectivement : 60,54% ; 12,645% ; et 8,464% en divisant l'inertie totale. La première composante est plus significative, par conséquent, les 3 autres composantes servent de complément ; on peut dire aussi que les données sont moins hétérogènes que celles de l'ACP mensuelle, ce qui rendra l'interprétation moins délicate.

## III. Interprétation des axes factoriels ou composantes principales

Les tableaux 56 et 57 indiquent les contributions de chaque sur les axes factoriels. Au niveau de la qualité de représentation, on constate que l'indice SIOD contribue le moins avec une corrélation totale de 0,299. En effet, si nous augmentons le nombre de facteurs, le SIOD présente les mêmes propriétés que lors de la précédente ACP. Sur le Tableau 56, les valeurs de l'extraction sont égales aux sommes des valeurs sur chaque composante de la variable considérée sur le tableau 57.

**Tableau 56 : Qualité de représentation sur 3 facteurs.**

Qualités de représentation	Initiales Extraction	
	Initiales	Extraction
MEI	1	0.970
DMI	1	0.967
Niño3.4	1	0.960
Niño3	1	0.945
BEST	1	0.945
SETIO	1	0.874
SOI	1	0.869
Niño4	1	0.840
WTIO	1	0.805
SPI-6	1	0.673
Niño1+2	1	0.650
SIOD	1	0.299

**Tableau 57 : Matrice des composantes après rotation réduite à 3 facteurs**

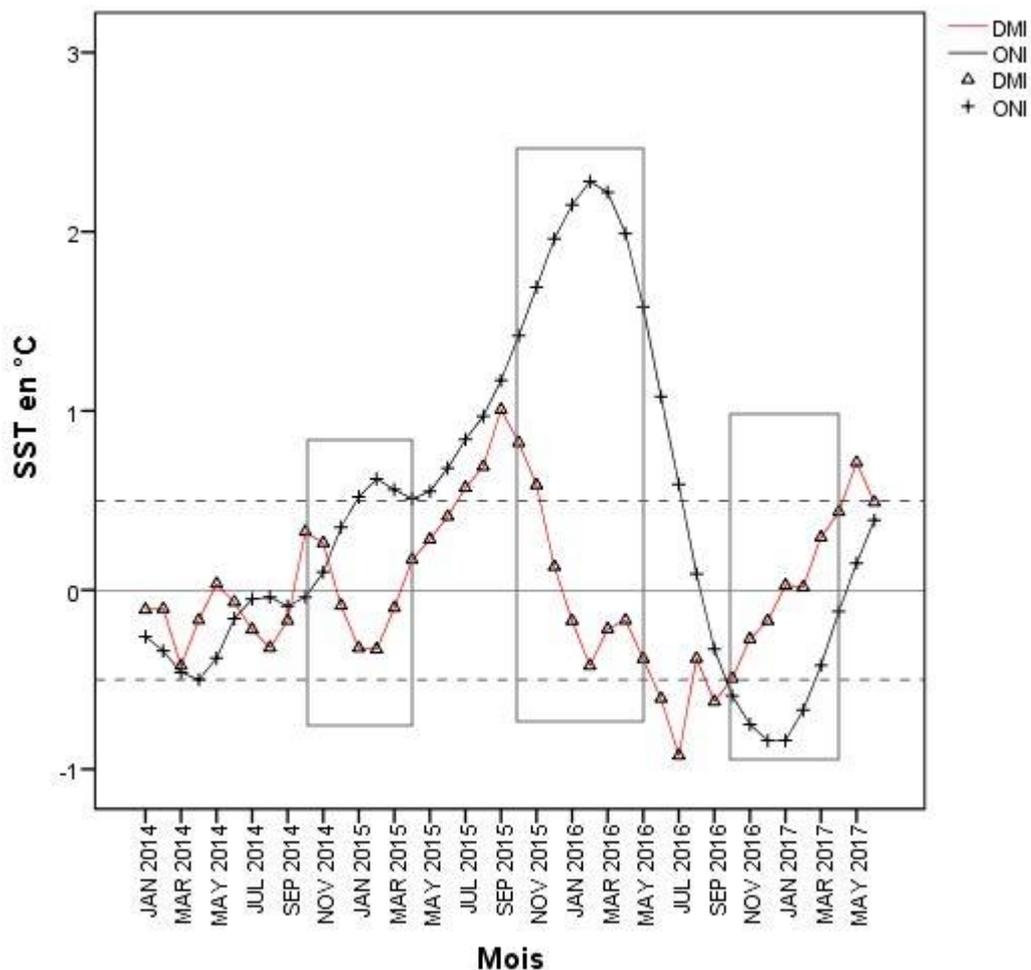
Indices	Composante		
	1	2	3
Niño3.4	0.976	0.086	0.002
BEST	0.972	0.033	-0.017
MEI	0.969	0.168	-0.052
Niño3	0.959	0.159	0.007
SOI	-0.930	-0.008	0.067
Niño4	0.909	0.108	-0.041
Niño1+2	0.785	0.184	-0.020
SIOD	-0.518	0.169	-0.049
SPI-6	0.186	-0.798	-0.030
WTIO	0.584	0.681	-0.032
SETIO	0.535	0.597	-0.482
DMI	0.074	-0.004	0.981

Source : Auteur

### 1. Le 1<sup>er</sup> axe factoriel

Contrairement à la précédente, on a un meilleur axe au niveau du contenu des informations ; les cases en gris indiquent les corrélations significatives. Les SST des deux océans sont toutes corrélées positivement les Niño, positivement fort et les WTIO et SETIO semble les mêmes, moyennement corrélées. Le SIOD est moyennement corrélé négatif. Que signifie ceci ? Nous avons vu qu'en général les deux Océans covarient si l'un est chaud, l'autre est froid. Mais ici, il semble présenter à peu près les mêmes configurations. Ce qui veut dire que la saison des pluies sur Madagascar est la période où l'Océan Indien et Pacifique sont en phase, c'est-à-dire qu'une phase ENSO apparaît en même temps qu'une phase IOD et ce de même nature ; deux phases chaudes (froides). La corrélation négative du SIOD laisse le

Sud de l’Océan Indien en opposition de phase. C’est-à-dire que si ENSO-IOD est en phase froide (chaude), le SIOD est en phase chaude (froide). Les SPI-6 suivent approximativement les tendances de phases de l’ENSO-IOD. Logiquement, les décalages de phase ou passage d’une phase froide à une phase chaude se produit principalement en saison sèche. Ce qui fait alors qu’une anomalie de phase apparaissant pendant la saison sèche influera automatiquement la saison de pluies. On peut aussi confirmer que pendant la saison des pluies, il n’y presque pas de différence de phase entre les 2 océans, on aura la tendance qu’un El Niño (La Niña) est associé(e) à un IOD+ (IOD-). Les saisons corrélées positivement (négativement) à l’axe sont les saisons caractérisées par un El Niño (La Niña) et un IOD+ (IOD-), les intensités respectives dépendent des coordonnées de la saison par rapport à l’axe. Donc, le 1<sup>er</sup> axe représente la covariation d’ENSO et de l’IOD. Pour confirmer, l’égalité et l’opposition des phases, nous avons tracer les courbes superposées des indices DMI et ONI sur les 3 dernières années de la série de base, 2014 à 2017 sur la figure 78. Les portions de courbe encadrées en gris sont les saisons de pluies, la courbe en noir représente la variation de l’indice ONI et celle en rouge le DMI.



**Figure 78 : Courbes montrant l’égalité et l’opposition de phase d’ENSO-IOD.**

*Source* : Auteur

Nous avons affirmé que pendant la saison des pluies, les 2 variabilité sont en phases. Plus précisément, en observant les courbes l’égalité de phases se situent exactement en début de la saison des pluies ; nous avons aussi défini que la saison des pluies débute approximativement le mi-October,

l'intersection des courbes justifie ce propos pendant le mois d'Octobre. Donc, l'égalité de phase se passe en début de la saison des pluies.

**2. Le 2<sup>nd</sup> axe factoriel**

Ici, on dirait que les valeurs parlent elles-mêmes. Effectivement, les SPI-6 sont en opposition avec les SST de l'Océan Indien WTIO et SETIO c'est-à-dire que si la température des SST présentent des anomalies chaudes (froides), il y aura humidité (sècheresse). Donc, les saisons corrélées positivement (négativement) à l'axe sont les saisons caractérisées par l'humidité (sècheresse), les intensités respectives dépendent de l'éloignement de la saison par rapport à l'origine. Donc, le 2<sup>nd</sup> axe représente la variation de la sécheresse et de l'humidité de la saison.

**3. Le 3<sup>ème</sup> axe factoriel**

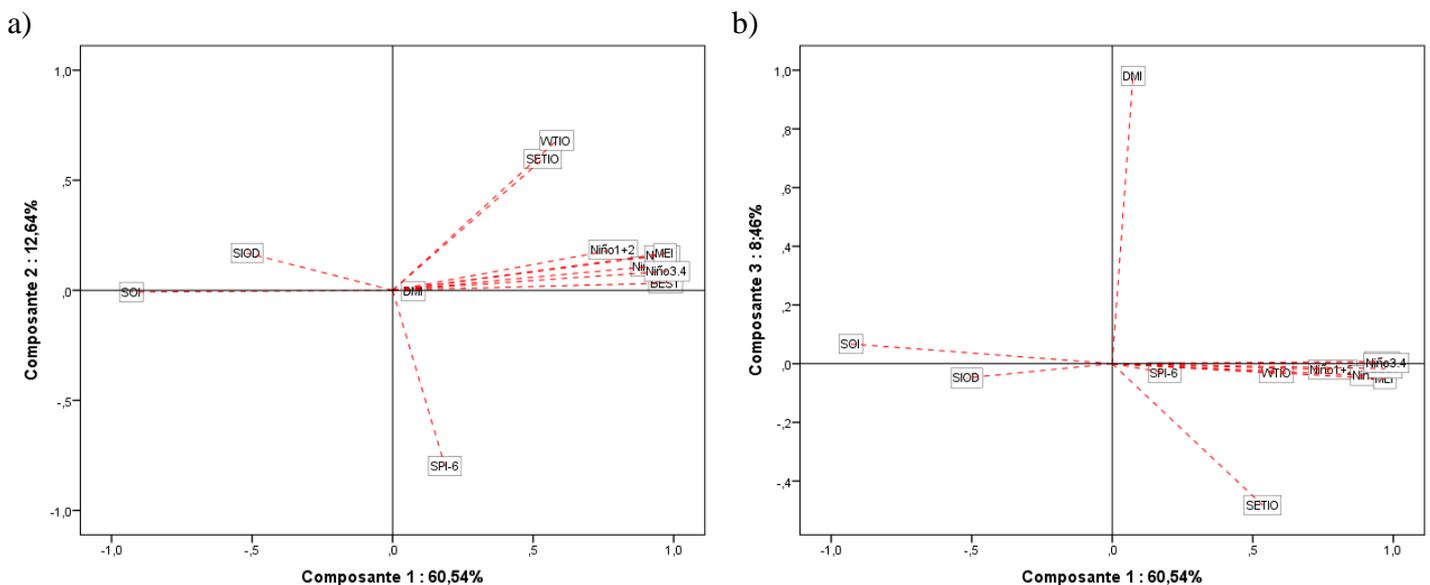
Le dernier axe indique la variation du DMI face à la SST SETIO. Notons que nous avons interprété que WTIO et SETIO présentent les mêmes configurations, ce qui n'est pas le cas ici puisque si elles sont les mêmes, l'IOD sera neutre ni positif ni négatif. Alors le 3<sup>ème</sup> axe représente la différence des SST entre l'Océan Indien Ouest et Est.

**IV. Interprétation des plans factoriels**

Puisqu'on a 3 facteurs, on présentera principalement 2 plans. De plus, les deux premiers axes suffisent pour représenter toutes les variables. De même que pour la précédente ACP, nous allons tout de suite interpréter les plans globalement puisque l'interprétation des axes a été presque suffisante.

**1. Etude des liaisons entre les indices et SST ENSO-IOD avec les saisons en fonction des plans factoriels**

On a représenté les 2 premiers plans factoriels sur les figure 79-a) et -b) ci-dessous.



**Figure 79 : Représentation des plans factoriels en fonction des 3 facteurs.**

*Source* : Auteur

On distingue bien l'effet taille sur le premier facteur au premier plan qu'au second plan, l'effet forme est surtout marqué sur le second axe. De plus, l'interprétation des individus sera plus facile sur le premier plan qu'au second.

Sur le premier plan Figure 79-a), la corrélation entre les SST de l'Océan Indien et du Pacifique sont assez significative, la direction des vecteurs propres indique qu'elles varient dans la même direction. On conclut aussi par la longueur des vecteurs qu'ENSO est la variabilité dominante et qu'ENSO est toujours plus intense que l'IOD. L'opposition des SST avec les SPI-6 signifie que la sécheresse est principalement causée par les anomalies de la SST WTIO. Remarquons aussi la position des SST du Pacifique par rapport aux SPI-6, elles se situent entre les SPI et les SST de l'Océan Indien respectivement WTIO et SETIO, ce qui implique que ENSO agit indirectement sur la sécheresse par l'intermédiaire de l'Océan Indien Sud en modulant les SST de l'Océan Indien Supérieures ; l'indice SOI servent de vérification aux autres indices et SST ENSO situés à l'opposée comme nous l'avons décrit auparavant, l'indice SIOD explique la transition des SST entre l'Océan Indien et le Pacifique. On constate aussi que Les indices et SST ENSO-IOD sont tous corrélés positivement à l'axe 1 en se plaçant tous à droite du premier plan factoriel, ce qui veut dire que les saisons se trouvant à droite (à gauche) du plan sont celles soumises au régime El Niño-IOD+ (La Niña-IOD-). Puisque les SPI-6 sont fortement corrélés négativement à l'axe 2, implique que les saisons se situant sur la moitié bas (haut) du premier plan sont les saisons associées à l'humidité (la Sécheresse)

Au second plan Figure 79-b), on peut bien distinguer l'opposition de la SST WTIO et de l'indice SIOD ; ce qui confirme encore la division de l'Océan indien, cette fois-ci L'Ouest en deux parties, une chaude et un froide en se transposant en fonction des variabilités actives. La position des SPI-6 qui est en retrait par rapport aux indices et SST justifie notre interprétation sur l'axe 2 ; En fait, le terme qu'on a employé qu'ils varient en même temps n'est pas très approprié, de plus les SPI-6 sont corrélés négativement à l'axe 2 et les indices et SST positivement. Donc, lorsque ces derniers présentent des anomalies chaudes (froides), il y aura humidité (sécheresse). Cette fois-ci, l'ampleur de la sécheresse (humidité) dépend de l'anomalie de la SST WTIO qui dépend à son tour de l'anomalie du Pacifique Ouest, des SST Niño 3.4 et 4.

## Chapitre 18 : Classification des saisons en fonction de la nature de l'impact d'ENSO-IOD combinée

Au total, nous avons 65 saisons sur toute la série. Il est évidemment délicat d'observer un nuage de point de 65 individus en se rendant compte que certains se superposent (Figure 80), d'autres seront trop éloignés ce qui rend l'interprétation douteuse. Dans ce cas, il est nécessaire d'opérer toujours sur des traitements automatiques de l'information. Ici, on a choisi la CAH par la méthode de Ward.

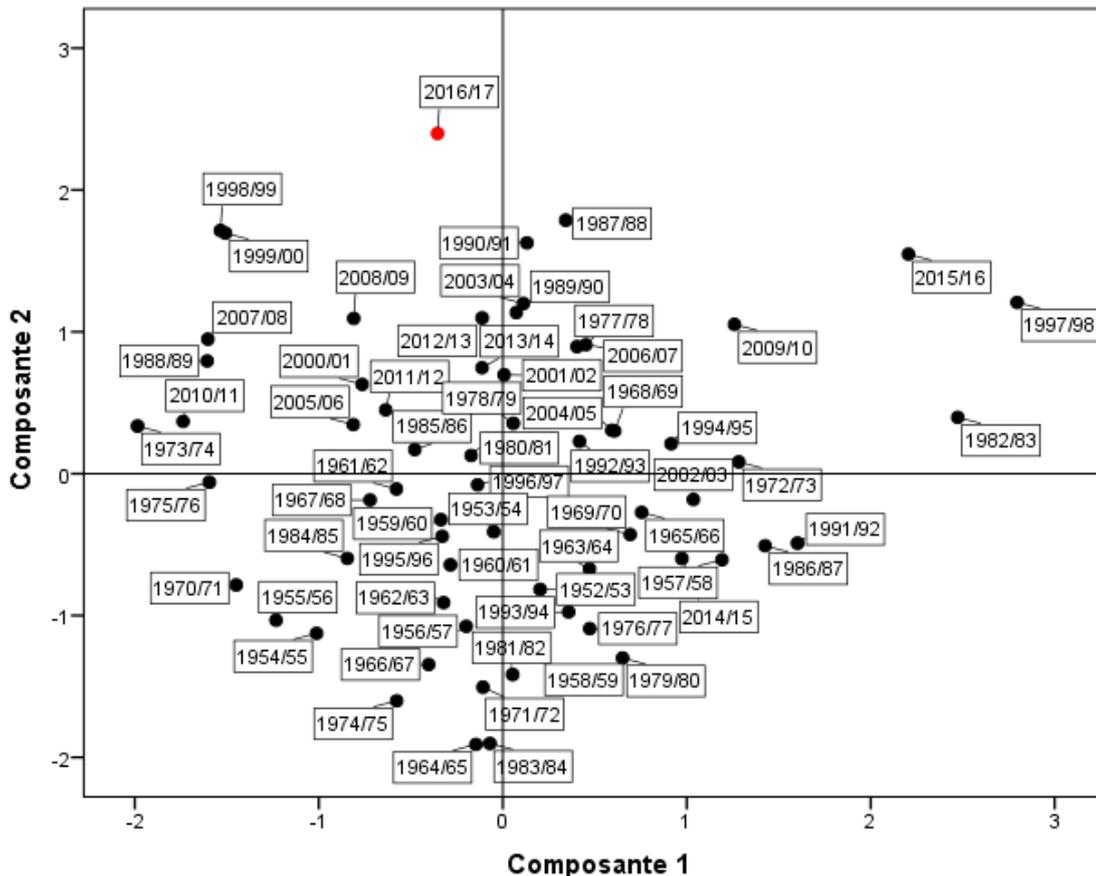


Figure 80 : Représentation des 65 saisons des pluies sur le premier plan factoriel.

Source : Auteur

Sur la figure 80, la saison 2016-2017 est marquée par un point rouge. A première vue, on ne peut que caractériser la saison comme étant une période La Niña faible avec un IOD- associée à une sécheresse extrême vue sa position par rapport à l'axe 2.

### I. Classification Ascendante Hiérarchique par la méthode de Ward

Comme on a présenté dans la Partie II-Chapitre 14, la méthode de Ward considère chaque individu comme étant une classe. Donc, on a 65 classes et la saison des pluies 2016-2017 se qualifie comme étant la 65<sup>ème</sup> classe.

Sur la Figure 81 à la page suivante, on a construit l'arbre Hiérarchique issue de l'algorithme de Ward appliquée aux valeurs propres des saisons sur les 3 axes factoriels. Les lignes en pointillées rouges indiquent les niveaux de Coupure avant une forte inertie intra-classe. A première vue, la méthode de Ward a bien classé les 65 saisons comme étant chacun une classe, La hauteur d'une branche est

proportionnelle à la distance entre les n classes regroupées. La saison 2016-2017 se situe à la 6<sup>ème</sup> classe au niveau inférieur de l'arbre respectivement avec les saisons : 1989/90, 2012/13, 1977/78, 2003/04, 1987/88, 1990/91. Dans un premier temps, on peut tout de suite avoir une idée du caractère commun de ces saisons en observant la figure représentant la courbe des indices DMI plus haut sur la Figure 70-page 157 ; ces saisons correspondent toutes aux pics IOD négatifs extrêmes.

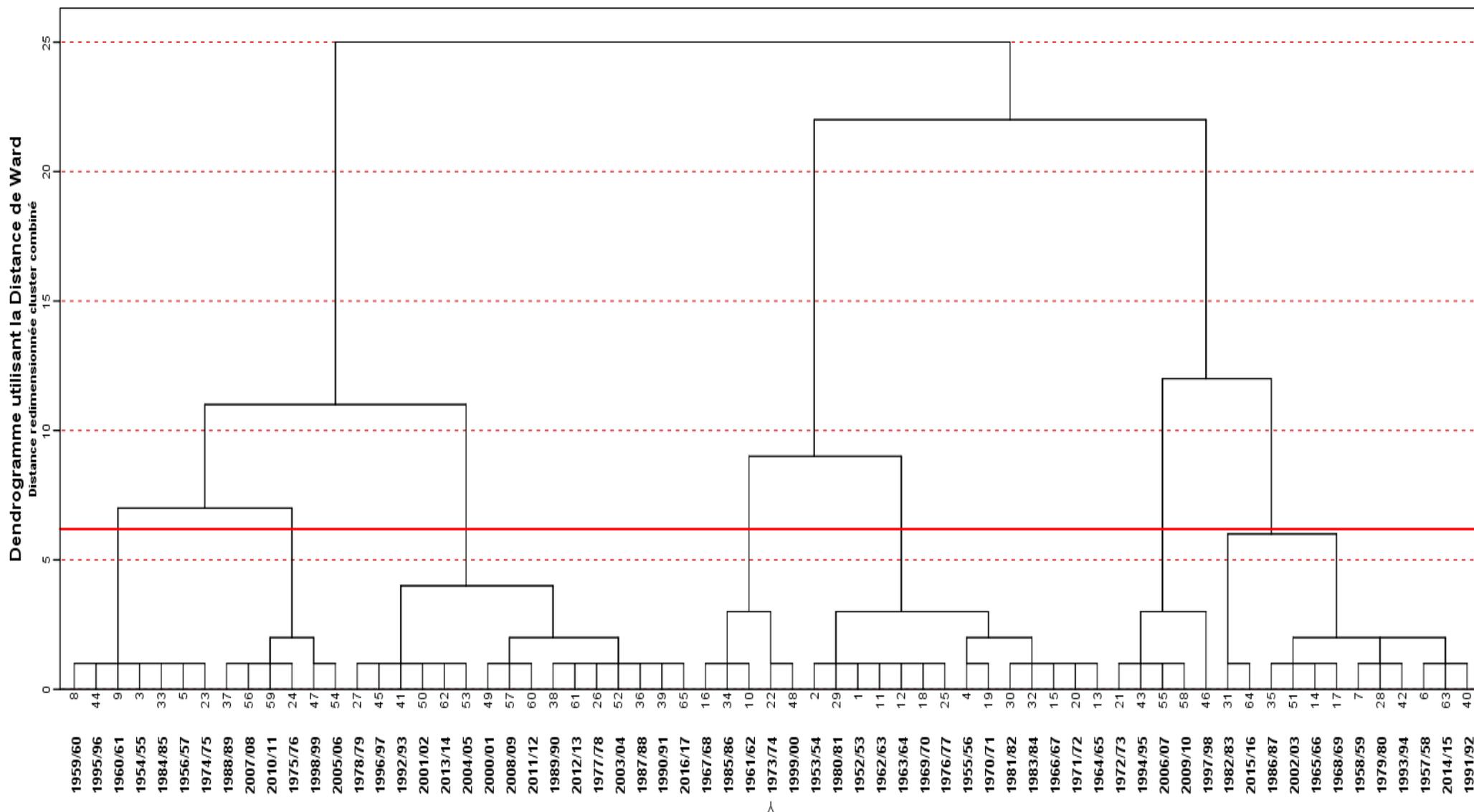


Figure 81 : Dendrogramme issue de l’algorithme de Ward appliquée aux valeurs propres des saisons sur les 3 axes factoriels.

Source : Auteur

### 1. La qualité du partitionnement

Nous avons vu que pour juger la qualité d'une partition, la vérification du rapport entre l'inertie inter-classe et l'inertie totale est requise. Notons que nous avons 3 facteurs obtenus à partir des valeurs centrées-réduites de chaque profil des saisons des pluies, ce qui fait que l'inertie totale de toutes les classes est égale à 3. Donc, notre qualité de partitionnement est égale à  $\frac{\text{Inertie Inter}}{3}$ .

Sur le tableau 58, la qualité des partitions est répertoriée à la 6<sup>ème</sup> colonne. La 1<sup>ère</sup> colonne indique le passage de classe ; la 2<sup>ème</sup>, l'inertie intra-classe ; la 3<sup>ème</sup>, l'inertie inter-classe ; la 4<sup>ème</sup>, le pourcentage de l'inertie totale sur chaque classe ; la 5<sup>ème</sup>, la distance de Ward (le carré de la distance euclidienne entre 2 classes fusionnées) et la dernière colonne indique le pourcentage d'information contenu dans chaque regroupement de classe.

**Tableau 58 : Qualité de la typologie des classes des saisons des pluies.**

*Source* : Auteur

Passage de classes	Somme des carrés intra-classes	Somme des carrés inter-classes	%Somme des carrés expliquée	Distance de Ward	Perte d'inertie inter	% d'Information sur chaque classe
65	0	192	100	0	1	64
64	0.0091	191.9909	99.9952	0.0091	0.6400	63.9970
63	0.0210	191.9790	99.9891	0.0118	0.6399	63.9930
62	0.0334	191.9666	99.9826	0.0125	0.6399	63.9889
61	0.0556	191.9444	99.9710	0.0222	0.6398	63.9815
60	0.0837	191.9163	99.9564	0.0281	0.6397	63.9721
59	0.1164	191.8836	99.9394	0.0327	0.6396	63.9612
58	0.2035	191.7965	99.8940	0.0871	0.6393	63.9322
57	0.2968	191.7032	99.8454	0.0933	0.6390	63.9011
56	0.3968	191.6032	99.7934	0.0999	0.6387	63.8677
55	0.4968	191.5032	99.7413	0.1000	0.6383	63.8344
54	0.6027	191.3973	99.6861	0.1060	0.6380	63.7991
53	0.7354	191.2646	99.6170	0.1327	0.6375	63.7549
52	0.8695	191.1305	99.5472	0.1340	0.6371	63.7102
51	1.0122	190.9878	99.4728	0.1428	0.6366	63.6626
50	1.1580	190.8420	99.3969	0.1458	0.6361	63.6140
49	1.3110	190.6890	99.3172	0.1530	0.6356	63.5630
48	1.4641	190.5359	99.2375	0.1530	0.6351	63.5120
47	1.6177	190.3823	99.1574	0.1536	0.6346	63.4608
46	1.7761	190.2239	99.0749	0.1584	0.6341	63.4080
45	1.9518	190.0482	98.9834	0.1757	0.6335	63.3494
44	2.1305	189.8695	98.8904	0.1786	0.6329	63.2898
43	2.3139	189.6861	98.7948	0.1834	0.6323	63.2287
42	2.5053	189.4947	98.6951	0.1914	0.6316	63.1649
41	2.7116	189.2884	98.5877	0.2063	0.6310	63.0961
40	2.9310	189.0690	98.4735	0.2193	0.6302	63.0230
39	3.1975	188.8025	98.3346	0.2666	0.6293	62.9342
38	3.4692	188.5308	98.1931	0.2716	0.6284	62.8436
37	3.7551	188.2449	98.0442	0.2859	0.6275	62.7483

**Partie III : Résultats et Discussions**

36	4.0422	187.9578	97.8947	0.2871	0.6265	62.6526
35	4.4419	187.5581	97.6865	0.3997	0.6252	62.5194
34	4.8451	187.1549	97.4765	0.4031	0.6238	62.3850
33	5.2782	186.7218	97.2509	0.4331	0.6224	62.2406
32	5.7426	186.2574	97.0091	0.4643	0.6209	62.0858
31	6.2664	185.7336	96.7362	0.5238	0.6191	61.9112
30	6.8239	185.1761	96.4459	0.5575	0.6173	61.7254
29	7.4780	184.5220	96.1052	0.6540	0.6151	61.5073
28	8.2090	183.7910	95.7245	0.7310	0.6126	61.2637
27	9.0110	182.9890	95.3068	0.8021	0.6100	60.9963
26	9.8420	182.1580	94.8739	0.8310	0.6072	60.7193
25	10.7800	181.2200	94.3854	0.9379	0.6041	60.4067
24	11.7324	180.2676	93.8894	0.9524	0.6009	60.0892
23	12.7199	179.2801	93.3751	0.9875	0.5976	59.7600
22	13.7346	178.2654	92.8466	1.0147	0.5942	59.4218
21	14.7781	177.2219	92.3031	1.0435	0.5907	59.0740
20	15.8713	176.1287	91.7337	1.0932	0.5871	58.7096
19	16.9649	175.0351	91.1641	1.0936	0.5835	58.3450
18	18.2802	173.7198	90.4791	1.3153	0.5791	57.9066
17	19.8146	172.1854	89.6799	1.5344	0.5740	57.3951
16	21.9224	170.0776	88.5821	2.1078	0.5669	56.6925
15	24.1625	167.8375	87.4154	2.2401	0.5595	55.9458
14	26.6482	165.3518	86.1207	2.4857	0.5512	55.1173
13	29.2558	162.7442	84.7626	2.6076	0.5425	54.2481
12	32.1450	159.8550	83.2578	2.8891	0.5329	53.2850
11	35.5576	156.4424	81.4804	3.4126	0.5215	52.1475
10	39.7454	152.2546	79.2992	4.1879	0.5075	50.7515
9	44.3698	147.6302	76.8907	4.6244	0.4921	49.2101
8	50.1533	141.8467	73.8785	5.7835	0.4728	47.2822
7	58.9412	133.0588	69.3015	8.7878	0.4435	44.3529
6	69.4036	122.5964	63.8523	10.4624	0.4087	40.8655
5	83.3762	108.6238	56.5749	13.9726	0.3621	36.2079
4	100.0516	91.9484	47.8898	16.6754	0.3065	30.6495
3	118.5687	73.4313	38.2455	18.5171	0.2448	24.4771
2	152.4856	39.5144	20.5804	33.9169	0.1317	13.1715
1	192	0	0	39.51	0	0

En effet, les résultats contenus dans le tableau démontrent la minimisation de l'inertie inter-classe (1<sup>ère</sup> colonne) et la maximisation de l'inertie intra-classe (2<sup>ème</sup> colonne) au fur et à mesure qu'on diminue le nombre de classes.

## 2. Choix du nombre de classes optimal et découpage de l'arbre binaire

Le critère de Ward indique de couper l'arbre avant une forte perte d'inertie interclasse en passant de K-classes à K-1 classes.

Les Figures 82 et 83 met en évidence l'application de ce critère. En observant la figure 82, on constate que le premier saut important se situe au 59<sup>ème</sup> regroupement, soit au regroupement en 8 classes.

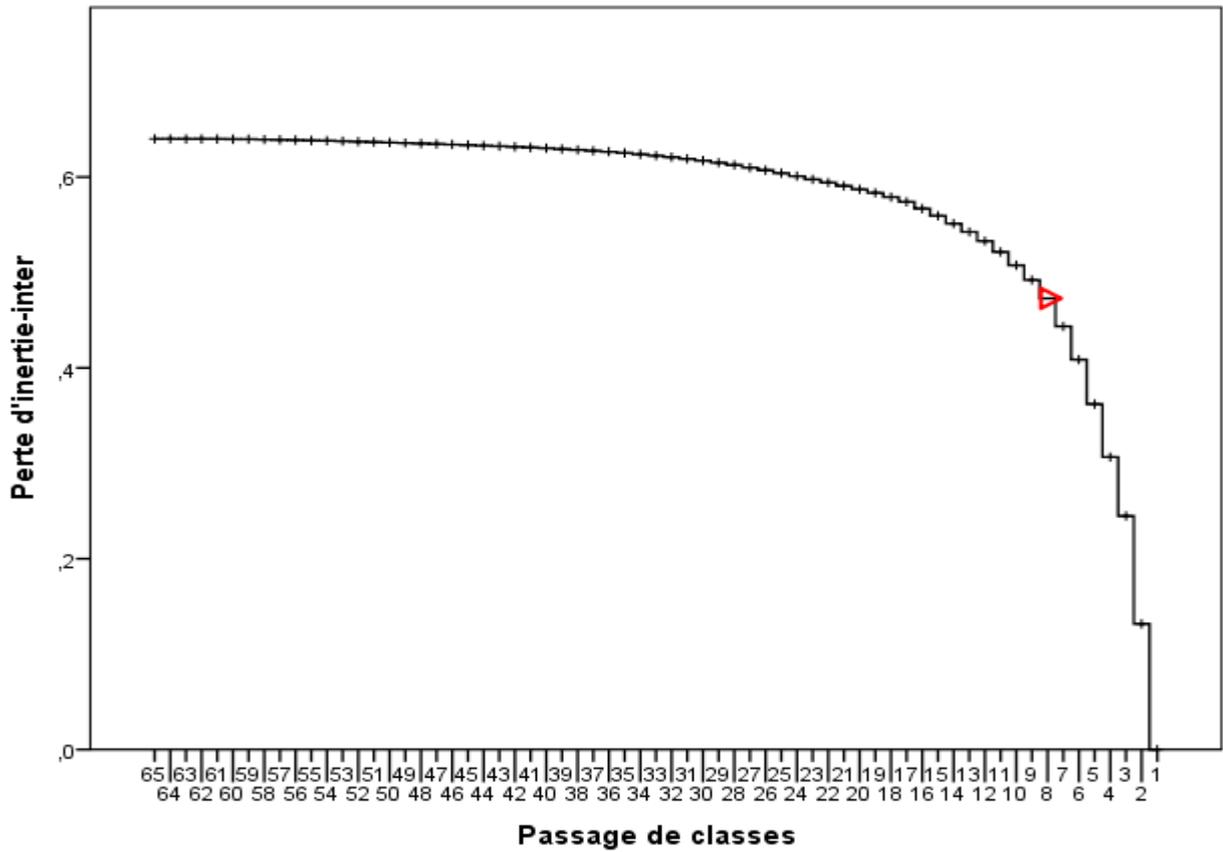


Figure 82 : Graphique en escalier des pertes d'inertie inter-classe à chaque regroupement.  
 Source : Auteur

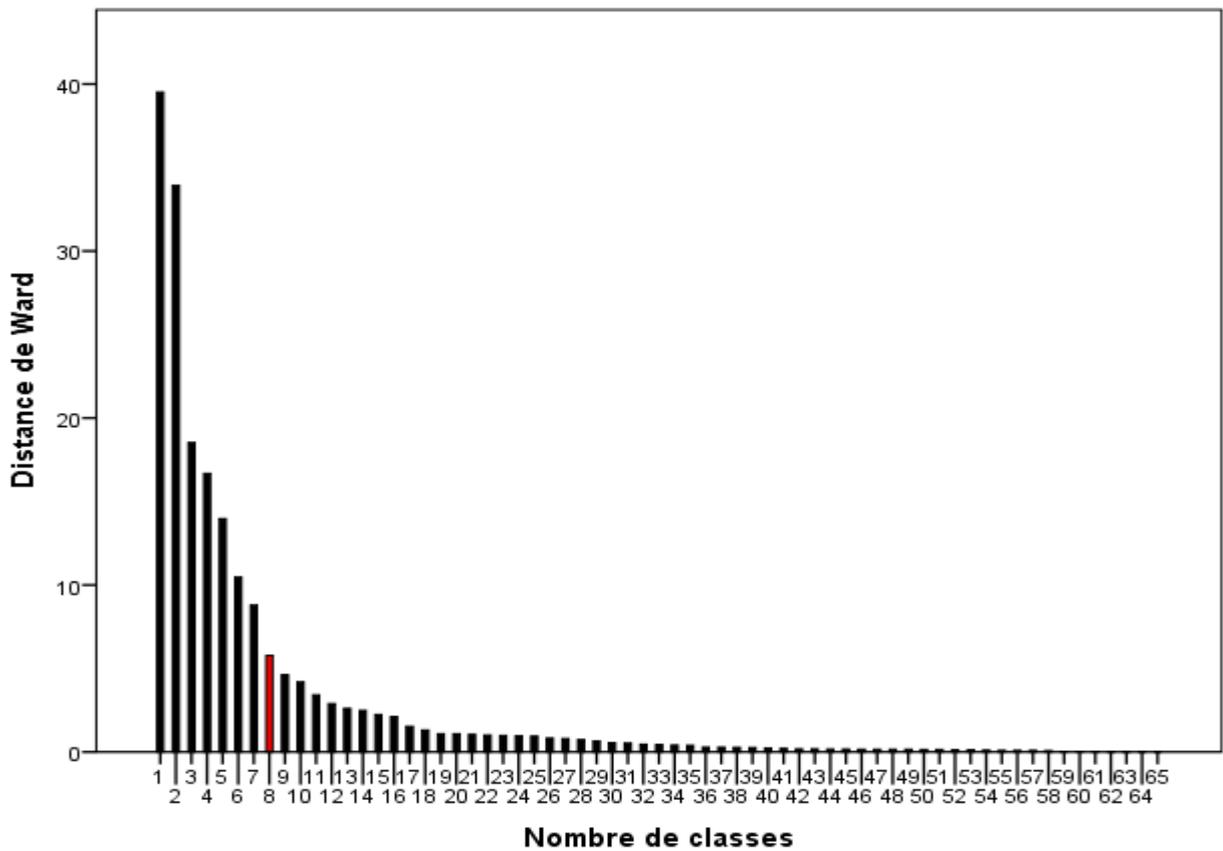


Figure 83 : Digramme en bâton de la distance de Ward sur chaque partition.  
 Source : Auteur

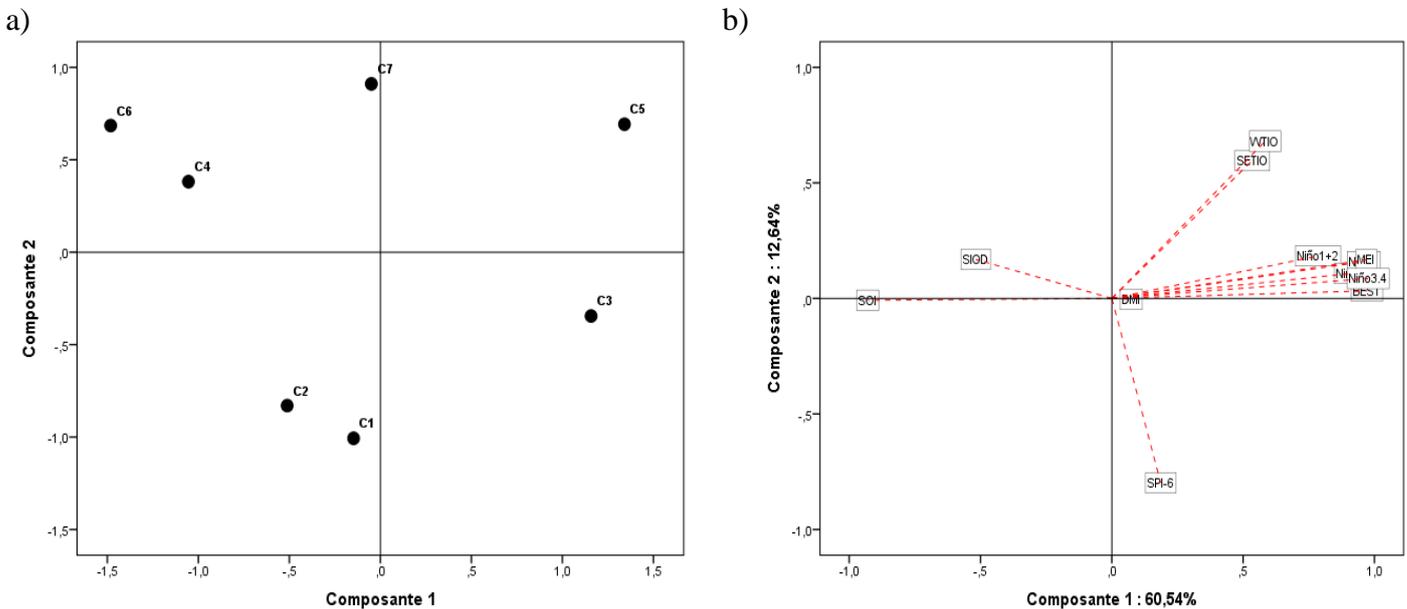
Par analogie avec le tableau 58 de la qualité de partitionnement, la perte d'inertie change de régime à partir du passage de 9 classes à 8 classes respectivement 0,49 à 0,47. Or sur les précédent passage la perte d'inertie est constante de l'ordre de  $\approx 0,01$ . La figure 83 indique l'augmentation brusque de la distance de Ward ce qui signifie que les classes sont bien réparties à partir de la partition en 8 classes. Par conséquent, le critère indique une coupure de l'arbre avant une forte perte d'inertie, donc on passera de la 8 classes en 7 classes. Ce qui fait qu'on choisira la partition en 7 classes ou le pourcentage d'information est égal à 44,35%.

Sur la Figure 81, on a représenté l'arbre hiérarchique coupée à la distance de Ward égale à 6.48 délimitée par la ligne rouge épaisse.

**II. Interprétation de la Typologie des saisons des pluies sur le 1<sup>er</sup> plan factoriel**

Pour obtenir l'inertie de chaque classe, plus précisément leurs coordonnées sur les 2 premiers axes factoriels, on a tout d'abord extrait la contribution de chaque saison sur les 3 axes. En lançant la CAH par la méthode de Ward sous SPSS, le logiciel a aligné chaque saison de pluie, la classe appropriée. De ce fait, il suffit de calculer le centre de gravité par rapport à chaque saison d'une même classe par axe pour obtenir les coordonnées finales. Les résultats finaux sont présentés à la Figure 84 et au Tableau 59.

Les années de mêmes classes représentent les mêmes typologies, d'après ce que nous avons vu sur le dendrogramme coupé à 7 classes. Jusqu'ici, nous avons utilisé tous les moyens pour au final faciliter le plus l'interprétation du nuage des saisons.



**Figure 84 : Représentation des 7 classes en fonction du 1<sup>er</sup> plan factoriel.**

*Source* : Auteur

La Figure 84 et le Tableau 59 se complémente en vue de l'interprétation. Nous allons tout de suite interpréter globalement en fonction de l'arbre hiérarchique coupée.

Tableau 59 : Répartition des saisons de pluies en fonction des 7 classes.

Source : Auteur

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
1952/53	1954/55	1957/58	1961/62	1972/73	2007/08	1977/78
1953/54	1956/57	1968/69	1973/74	1997/98	1975/76	1987/88
1962/63	1960/61	1991/92	1985/86	1994/95	1988/89	1989/90
1971/72	1974/75	1993/94	1999/00	2006/07	2005/06	1990/91
1976/77	1984/85	2014/15	1967/68	2009/10	2010/11	1996/97
1980/81	1959/60	1958/59			1998/99	2000/01
1981/82	1995/96	1965/66				2003/04
1955/56		1979/80				2004/05
1963/64		1982/83				2008/09
1969/70		2015/16				2011/12
1970/71		1986/87				2016/17
1964/65		2002/03				1978/79
1966/67						2012/13
1983/84						2013/14
						1992/93
						2001/02

Tout d'abord les périodes El Niño- $IOD^+$  et La Niña- $IOD^-$ , ces périodes sont essentiellement les classes aux 2 extrémités gauche et droite du 1<sup>er</sup> plan factoriel, respectivement les classes : C3-C5 et C6-C4. Ces périodes sont corrélées fortement à l'axe 1 par conséquent ce sont des périodes de forte intensité vis-à-vis des 2 variabilités essentiellement caractérisées respectivement aussi par des humidités (sècheresse) principalement modérées et fort. C4-C5-C6 sècheresse modérée et forte ; -C3 humidité modérée et forte. Durant, ces périodes l'intensité des IOD sont très variées mais les configurations initiales sont les mêmes ce qui implique que les phases ENSO dominant pendant ces périodes. Et il paraît aussi durant ces périodes que la sècheresse dépend de la configuration de l'IOD, on a vu dans la Partie I, Chapitre 3-section 4 qu'un La Niña (El Niño) a tendance à s'associer avec la sècheresse (humidité) et les résultats précédents montrent qu'un El Niño favorisent la sècheresse en absence d' $IOD^+$ . Donc, l'occurrence de la sècheresse (humidité) dépend de la configuration de l'IOD. Puisque ENSO est intense, si l' $IOD^+$  ( $IOD^-$ ) est faible (modéré), alors il y aura sècheresse (humidité) avec El Niño (la Niña).

Les classes qui sont corrélées fortement à l'axe 2 sont les périodes d'humidité extrême : C1 et de sècheresse extrême C7. Notons que ces périodes sont principalement caractérisées par l'humidité et la sècheresse, en observant les années réparties dans la tableau 59, on constate que ces périodes ont des configurations confondues vis-à-vis des 2 variabilités. Or, le plan factoriel définit les périodes El Niño- $IOD^+$  (la Niña- $IOD^-$ ) comme étant placés à droite (à gauche) du plan factoriel. Quelle est la raison de cette confusion ? En fait ce n'est pas conformément une confusion mais autre chose. Par analogie, en premier temps, remarquons que ces périodes sont principalement situées soit après un El Niño Extrême, soit après un La Niña fort (en se référant au tableau de classification des années El Niño et

La Niña, tableau 44-page 157). Pour justifier ceci, prenons quelques exemples dans chaque classe. Pour C7, prenons l'année 2016/17 ce qui est en fait après l'El niño extrême de 2015/2016. Pour C1, prenons l'année 1976/77 ce qui est en fait après La Niña fort de 1975/76. En deuxième temps, on établit les interprétations suivantes : les phases ENSO durant ces périodes sont arbitraires (pendant ces périodes, on assiste à des oscillations, des basculements de phases) ; Par contre les phases IOD sont extrêmement précises puisque les années de la Classe C7 (C1) qui présentent la sècheresse extrême (humidité extrême) sont toujours associées à un « IOD- intense, voir extrême » (« IOD+ intense, voir extrême ») ; De plus, IOD est la variabilité dominante pendant ces périodes. Dans un premier temps, On a personnellement appelé ces périodes comme étant tout d'abord : « *Post El Niño* » et « *Post La Niña* ». Les périodes les plus importantes qu'il faut adapter à des mesures drastiques pour éviter les pertes socio-économiques importantes de la région puisqu'elles sont toujours associées à des Sècheresse et humidité extrêmes.

Pour la classe C2, elle rassemble toutes les périodes représentant des épisodes chaudes et froides combinées avec des intensités principalement neutre et faible (elles présentent un penchant pour La Niña) qui sont principalement humides.

**1. Caractérisation et Classement par catégories de périodes en fonction de la variabilité dominante**

Tous les résultats précédents montrent que l'Océan pacifique est celle qui domine implique alors qu'ENSO est la variabilité dominante. A partir de ces interprétations, on a classifié les périodes en 5 catégories comme les suivantes : Les périodes El Niño fortes et extrêmes associées aux IOD+ faibles ou modérés notées *ENSO+* ; Les périodes La Niña fortes (il n'y a pas encore de La Niña extrême d'après les tableau de classification) associées aux IOD- faibles ou modérés notées *ENSO-* ; Les périodes après ENSO+ associées aux IOD- intenses notée *Post-ENSO+* ; Les périodes après ENSO- associées aux IOD+ intense notée *Post ENSO-* ; et les périodes neutres qui ont tendances à toujours s'associer à une humidité modéré, notée *ENSO<sub>0</sub>*. On peut résumer ces interprétations sur la figure 85 et le tableau 60 ci-dessous avec les apports de précipitations moyennes saisonnières qui justifient les propos.

**Tableau 60 : Catégories des périodes issues de la classification des saisons des pluies.**

*Source* : Auteur

Classe	<i>ENSO+</i> C3-C5	<i>ENSO-</i> C6-C4	<i>Post-ENSO+</i> C7	<i>Post-ENSO-</i> C1	<i>ENSO<sub>0</sub></i> C2
<b>Variabilité Caractéristique</b>	El Niño fort ou Extrême	La Niña Fort	IOD- intense	IOD+ intense	Arbitraire combinées faible
<b>Conséquences</b>	Humidité forte si IOD+ modéré Sècheresse légère si IOD+ faible	Sècheresse modérée à forte si IOD- modéré	Sècheresse Extrême	Humidité Extrême	Humidité modérée
<b>Apports moyens Saisonniers (mm)</b>	1262	1011	983	1416	1293

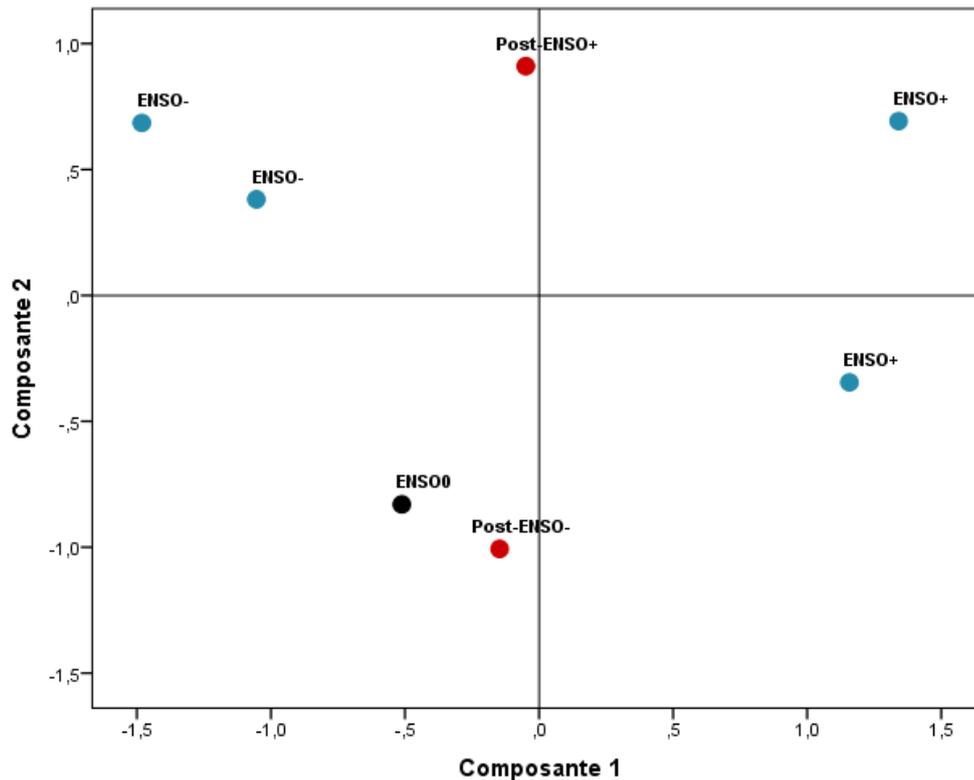


Figure 85 : Représentation des catégories de période suivant les classes en fonction du 1<sup>er</sup> plan factoriel de l'ACP normée des saisons des pluies.

*Source* : Auteur

En récapitulant, il y a un enchaînement d'influence sur les 2 Océans. En effet, ENSO se qualifie comme étant la variabilité dominante et elle agit indirectement sur la variabilité des précipitations. Les processus se passent comme suit : ENSO module l'IOD avec des SST du Pacifique Ouest et Centrale par l'intermédiaire de l'Océan Indien Sud en transportant les anomalies chaudes (froides) qui affectent les SST de l'Océan Indien particulièrement l'Ouest qui influent sur l'atmosphère en créant des anticyclones (dépressions) et modulant les précipitations qui prononce l'humidité ou la sécheresse sur les régions de Madagascar. A son tour, L'IOD par son pôle Est affecte faiblement le pacifique en poussant les anomalies chaudes (froides) à travers les mers de l'Indonésie et de l'Australie. Donc, **la principale cause de la sécheresse est l'intensité de l'IOD-** qui par définition, s'exprime par des anomalies froides (chaudes) sur la SST WTIO (SETIO). Le principal paramètre de la sécheresse est donc la température de la surface de la mer de l'Océan Indien Ouest, ce qui est en effet le cas pour l'année 2016-2017 avec un IOD-, le plus intense sur toute la période de base.