

ORSTOM

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

INAMHI

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

INSEQ

Inondations et Sécheresses en Equateur

**REGIONALISATION DE LA
PLUVIOMETRIE ANNUELLE DE L'EQUATEUR
POUR L'ETUDE DE L'IMPACT DE L'ENSO SUR
LES REGIMES PLUVIOMETRIQUES**

Octobre 1995

Frédéric ROSSEL

Ingénieur, allocataire de recherche ORSTOM

Hubert SEMIOND et Simond CLAIRET

Elèves ingénieurs, stagiaires ORSTOM

SOMMAIRE

1. OBJECTIF	3
2. DEFINITION PRELIMINAIRE	3
3. DONNEES UTILISEES	4
4. METHODE UTILISEE	5
4.1 Bases théoriques	5
4.2 Mise en oeuvre	6
4.3 Répartition des stations en classes de qualité	9
5. REGIONALISATION	10
5.1 La côte	12
5.2 La Sierra	29
5.3 L'Amazonie, groupe "Puyo"	35
6. REPONSE DES GROUPES AU "NIÑO"	37
6.1 La côte	37
6.2 La Sierra	45
6.3 L'Amazonie, groupe "Puyo"	47
7. COMPARAISON DE LA REPONSE DES GROUPES AUX NIÑOS	49
8. CONCLUSION	53
9. BIBLIOGRAPHIE	54
TABLE DES MATIERES	55

Remerciements

Nous tenons ici à remercier chaleureusement Patrick Le Goulven et Miguel Alemán, premièrement pour nous avoir laissé libre accès à la banque de données BHIME et surtout pour avoir consacré respectivement de nombreuses heures à nous transmettre les connaissances nécessaires à une utilisation judicieuses du logiciel CLIMAN.

Nous remercions vivement Eric Cadier et Roger Calvez pour leur relecture attentive, Marcelo Ayabaca, et par la même l'INAMHI, pour nous avoir fourni les annuaires météorologiques 1990, 1991, 1992 et 1993 en cours d'édition.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet INSEQ (Inondations et Sécheresses en Equateur) signé entre l'INAMHI et l'ORSTOM.

1. Objectif

Définir des zones de pluviométrie annuelle homogène afin d'étudier l'impact du phénomène climatique global appelé ENSO (El Niño / Southern Oscillation) ainsi que sa distribution spatiale sur le littoral équatorien.

En ce qui concerne le reste du pays, nous avons traité trois secteurs de la sierra et un sous influence amazonienne. Nos études préliminaires (Sémiond 1995) ont montré que ces grandes zones géographiques ne sont pas directement influencées par le phénomène, nous verrons par la suite que cette étude confirme ces premières observations.

2. Définition préliminaire

Nous considérons qu'un évènement chaud de l'ENSO que nous appellerons par la suite Niño correspond à la définition suivante :

Anomalie positive supérieure à un écart type de la température moyenne mensuelle superficielle de l'océan Pacifique du bloc Niño 1+2 (0-10 °S / 80-85 °W) pendant quatre mois ou plus consécutifs.

Pour la période 1970 à 1993, nous avons utilisé les données publiées par le CAC (Climate Analysis Center) de la NOAA sur le réseau Internet (serveur ftp : nic.fb4.noaa.gov; répertoire : /pub/cac/cddb/indices), et les données COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) publiées par l'ORSTOM et la NOAA (CEOS 1994) pour la période 1963 à 1969.

En ce basant sur ces données et sur la définition précédente, pour la période 1964 à 1993 les évènements chauds sont : d'avril à août 1965, de mars 1972 à janvier 1973, de mai à septembre 1976, d'août 1982 à novembre 1983, de janvier à décembre 1987 et de mars à juin 1992. Nous associerons ces évènements aux années hydrologiques (se reporter au paragraphe 3) 1965, 1972, 1973, 1976, 1983, 1987, 1992. L'année hydrologique 1988 qui comprend quatre mois (septembre à décembre) présentant une anomalie positive supérieure à un degré Celsius n'a pas été considérée comme une année Niño car de nombreux mois (mars à août) ont présenté, cette année là, une anomalie négative du même ordre de grandeur.

3. Données utilisées

Les totaux pluviométriques annuels utilisés ont été calculés en année hydrologique. Celle-ci commence à la fin de la saison sèche, soit le premier septembre pour le littoral et les secteurs de la sierra étudiés, et le premier janvier pour le secteur amazonien. Lorsque nous parlerons par la suite de l'année 1975, il s'agira donc du 01/09/74 au 31/08/75 pour la côte et de la sierra et du 01/01/75 au 31/12/75 pour l'Amazonie.

Les données utilisées pour cette étude sont les totaux pluviométriques annuels, calculés à partir des valeurs mensuelles issues de la banque de donnée BHIME (Le Goulven et Terran 1992) pour la période 1963 à 1989, et à partir des annuaires météorologiques 1990, 1991, 1992 et 1993 de l'INAMHI. Nous n'avons retenu dans un premier temps, que les stations ayant une durée de fonctionnement supérieure à 20 ans. Cependant, dans certains secteurs où la densité de stations est réduite, nous avons dû utiliser des stations de plus courte durée.

La Figure 1 montre la situation géographique des stations météorologiques qui ont été utilisées, ainsi que les cinq grands secteurs géographiques que sont la côte, le piedmont occidental, les vallées inter-andines, le piedmont oriental et l'Amazonie.

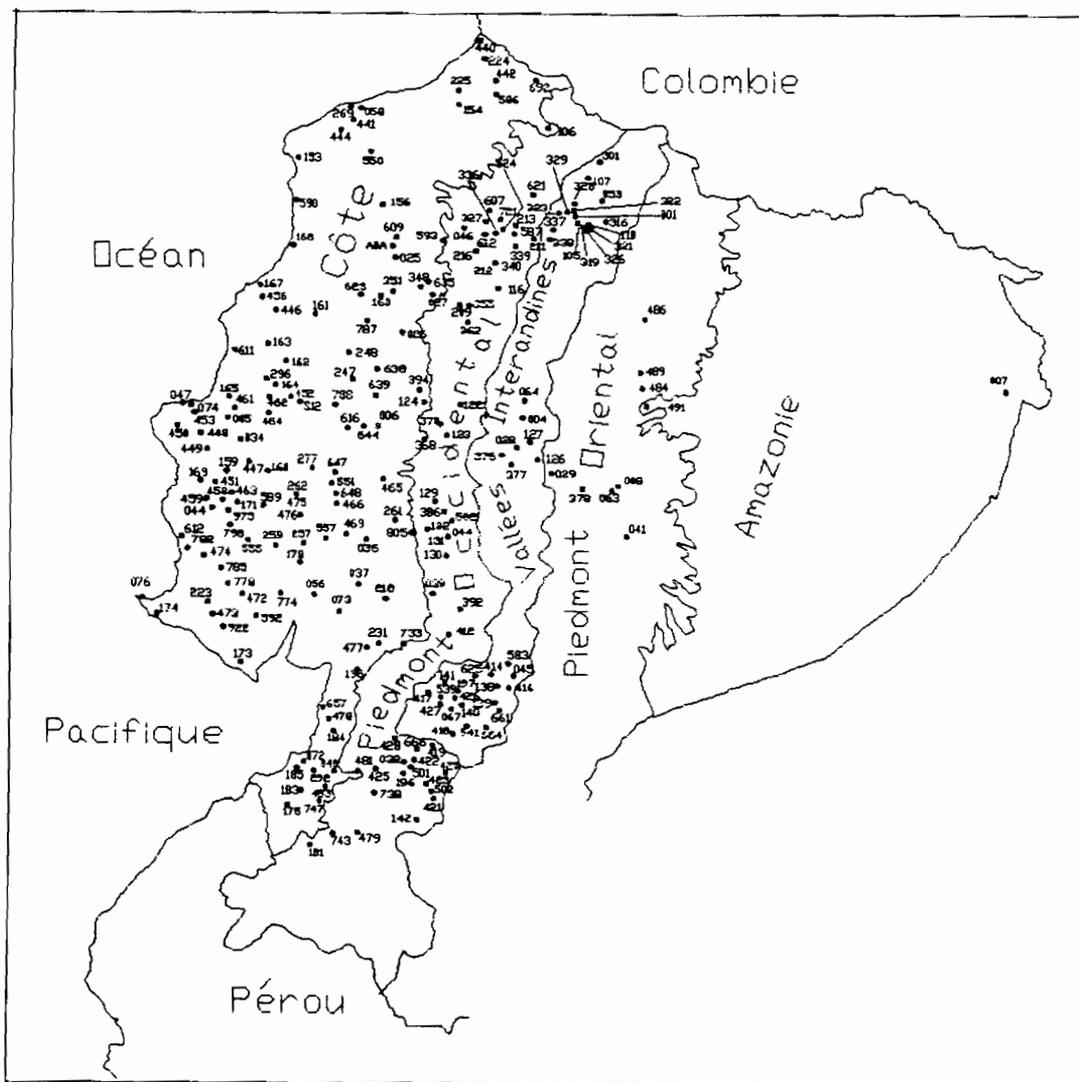


Figure 1 : Situation des stations météorologiques utilisées et des grands secteurs géographiques

4. Méthode utilisée

Ce zonage et les regroupements de pluviomètres ont été réalisés à l'aide du logiciel CLIMAN (Le Goulven et Alemán 1991) qui a été développé à partir de l'algorithme de calcul de Brunet-Moret (1977 et 1979). Le programme permet d'analyser et de corriger les valeurs annuelles et mensuelles des totaux pluviométriques et tout autre paramètre climatique (température, insolation, humidité relative, vent, évaporation, etc.).

4.1 Bases théoriques

Ce logiciel utilise la méthode basée sur la délimitation de zones homogènes de même influence climatique à l'intérieur desquelles les séries chronologiques des totaux pluviométriques annuels provenant des stations sont reliées avec des coefficients de corrélation linéaire significativement positifs. Ces stations sont soumises aux mêmes effets de persistance, de tendance ou pseudo-cycles. Les erreurs d'observation sont le principal facteur de détérioration de l'homogénéité de la série.

L'espace d'une zone climatique se restreint si l'on diminue le pas de temps, ou si l'on exige une pseudo-proportionnalité plus forte à l'intérieur de la zone. A l'intérieur d'une zone homogène, chaque paramètre de l'ensemble des stations peut être caractérisé par une série unique représentative de son organisation chronologique interne.

Les définitions précédentes constituent la base théorique du *vecteur régional*. Celui-ci est une série chronologique homogène générée à partir des mesures observées aux stations appartenant à la zone climatique considérée. Ces mesures peuvent être erronées ou incomplètes sans que cela influe beaucoup sur l'élaboration du vecteur. Il est égal, pour une année donnée, à la moyenne des rapports des totaux pluviométriques annuels de chaque station à leurs moyennes sur toute la période, soit :

$$V_i = 1/n \sum (X_{\theta i} / \mu_{\theta}) \quad \theta \text{ variant de } 1 \text{ à } n.$$

Où : V_i = composante du vecteur pour l'année i
 $X_{\theta i}$ = total annuel de la station θ pour l'année i
 μ_{θ} = moyenne des $X_{\theta i}$ sur la période de fonctionnement de la station θ
 n = nombre de stations

En d'autres termes, on peut considérer que la valeur que prend le vecteur chaque année est la moyenne des anomalies de l'ensemble des stations du groupe. Une valeur de 1.2 signifiera que l'on a observé en moyenne des précipitations excédentaires de 20 % sur l'ensemble des pluviomètres. Le vecteur a par définition une moyenne égale à un sur l'ensemble de la période.

La critique des données de chaque station se fait à partir des écarts relatifs au vecteur de référence. Chacun des postes est comparé au vecteur grâce à l'utilisation de la méthode classique du double cumul, qui est un des moyens d'analyse les plus éprouvés pour tester l'homogénéité de l'information recueillie.

La visualisation des courbes de doubles cumuls entre stations et vecteur, permet de visualiser si une mauvaise liaison entre les deux (coefficient de corrélation faible) provient d'erreurs systématiques ou de la non-appartenance à la zone homogène considérée.

Enfin, la pseudo-proportionnalité d'une zone est mesurée par la valeur des coefficients de corrélation moyen entre les stations et leur vecteur. On considère, en général, qu'une zone est homogène, si le coefficient de corrélation moyen du groupe est supérieur ou égal à 0.9 (ou lorsqu'il en est proche quand la faible densité du réseau ne permet pas de réduire la zone).

4.2 Mise en oeuvre

CLIMAN permet, pour chaque zone, de détecter puis de corriger ou supprimer les erreurs systématiques des séries chronologiques étudiées (phase d'homogénéisation). Ensuite, avec les nouvelles données obtenues, le logiciel permet de rechercher de façon plus poussée les limites des zones climatiques homogènes (phase de régionalisation).

Avant de détailler les étapes à suivre pour la critique des données et la définition de zones homogènes, nous définissons le rapport annuel (RAN) de l'anomalie d'une station au vecteur régional par l'expression suivante : $RAN = (X_{\theta i} / \mu_{\theta}) / V_i$

4.2.1 Regroupement initial des stations

Les limites initiales des zones ont été déterminées en fonction du relief et des études antérieures du climat de l'Equateur (Pourrut 1994, Nouvelot et al. 1994). Puis nous avons procédé en trois étapes.

4.2.2 Première critique des données

Une première utilisation de CLIMAN, avec une tolérance de 0.9 (qui signifie que $0.1 < RAN < 1.9$) a permis d'exclure les stations présentant une très forte dispersion avec le vecteur régional. En effet, si dans la représentation graphique des RAN, de nombreuses années apparaissent en dehors du seuil de tolérance de 0.25, nous considérerons que la station ne fait pas partie du groupe. Le cas de la station 161 (Flavio Alfaro) avec le groupe "Santo Domingo" illustre ceci (Figure 2).

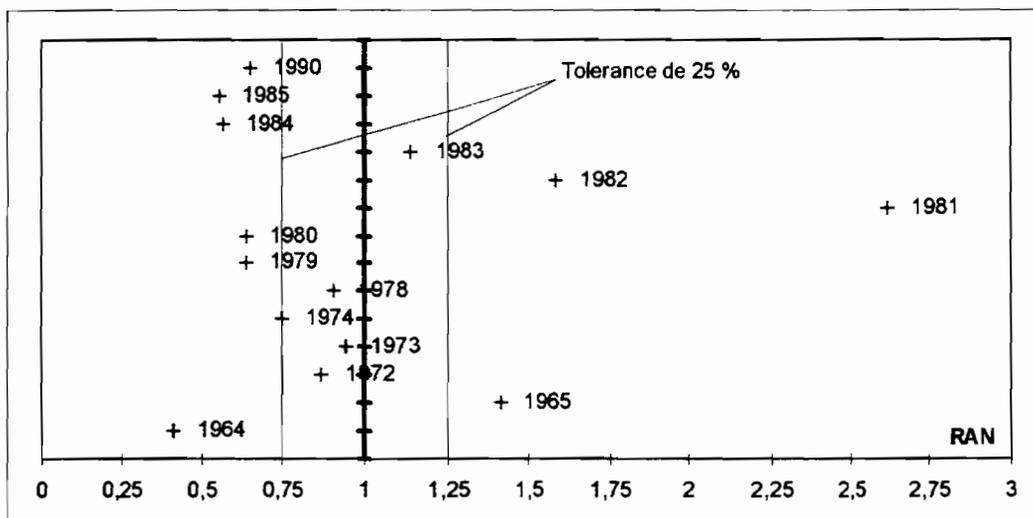


Figure 2 : Graphique du RAN de la station 161 (Flavio Alfaro) avec le groupe "Santo Domingo", cette station n'appartient pas au groupe car de nombreuses années sont en dehors de la tolérance de 25 %

Ensuite, cette première phase de la critique permet, si nécessaire, d'identifier les périodes des stations qui correspondent à des changements de site ou des erreurs d'appareillage. Dans ce cas, la représentation graphique du double cumul station-vecteur présente alors plusieurs pentes correspondant à chaque période. L'exemple de la station 418 (Cumbe) des environs de Cuenca est particulièrement représentatif (Figure 3). Nous observons de façon évidente trois pentes. La moyenne annuelle de 1964 à 1975 est de 733 mm et la moyenne annuelle de 1976 à 1981 est de 471 mm pour revenir ensuite à 694 mm de 1982 à 1991. Soit un rapport de 1,56 entre les deux premières périodes, ceci correspond à l'utilisation d'une éprouvette prévue pour un pluviomètre de 314 cm² pour un de 200 cm² ($314/200 = 1.57$). En examinant les moyennes de stations voisines, nous pouvons facilement savoir quelle période est erronée. Ici, c'est pendant la période centrale que la confusion d'éprouvette a été faite.

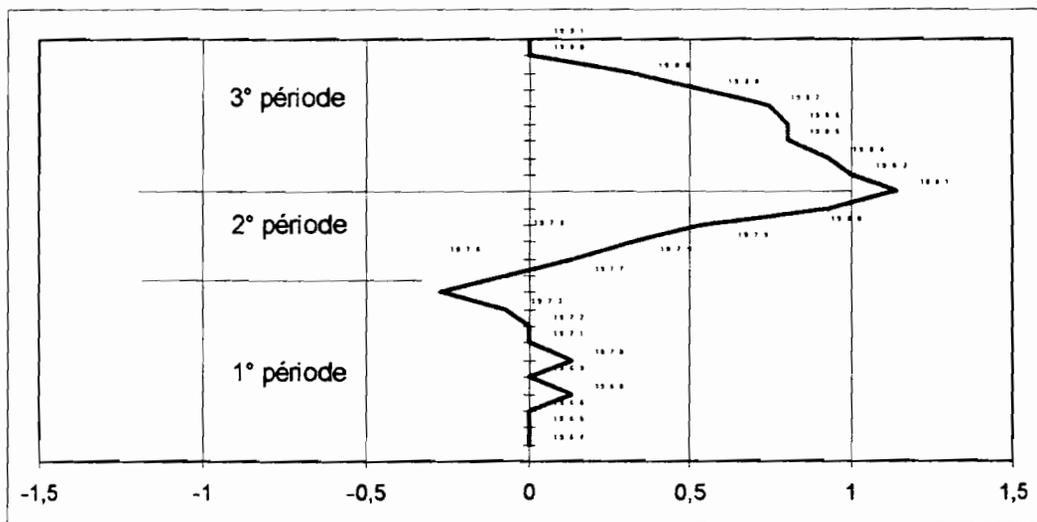


Figure 3 : Mise en évidence d'une erreur d'éprouvette. 1° période : P(Cumbe) cohérent, 2° période : P(Cumbe) > à sa zone, 3° période : P(Cumbe) cohérent.

Après avoir corrigé la période (CLIMAN offre la possibilité de multiplier une période par un coefficient multiplicateur donné), on obtient une série homogène, correspondant à une seule droite sur le graphique de double cumul (Figure 4).

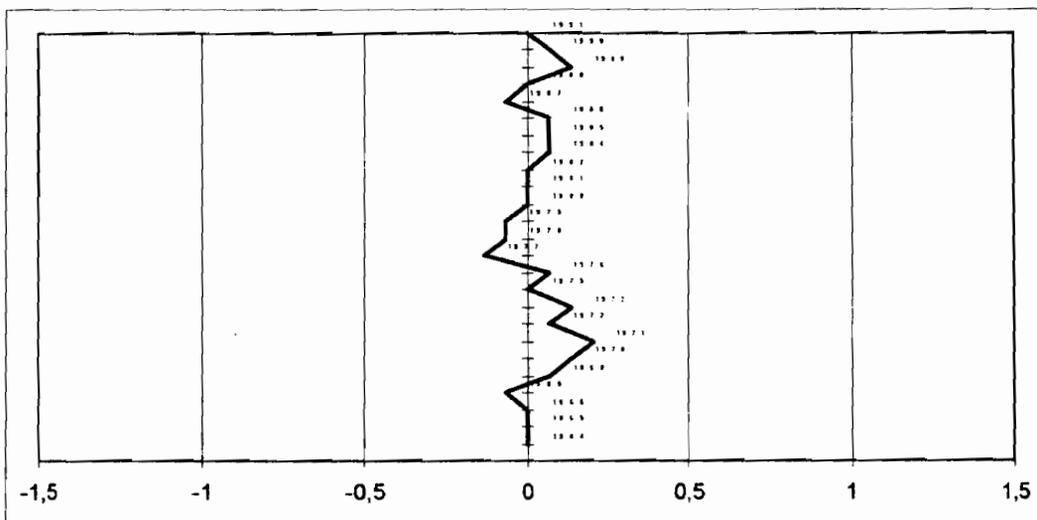


Figure 4 : Après correction de la période centrale, le graphique du double cumul de la station de Cumbe présente une seule pente

Ce premier passage permet aussi de supprimer les années-stations aberrantes. Le cas de la station 451 (El Anegado) illustre très bien ceci, les années 1987 à 1990 présentaient des valeurs de RAN supérieures à 1.5, après consultation des données de base et des techniciens de l'INAMHI qui réalisent la maintenance des stations météorologique, nous avons appris que l'observateur de cette période inventait les lectures, obtenant ainsi un régime interannuel de type amazonien pour cette région côtière à saison sèche très marquée de quatre à cinq mois. Les totaux annuels ainsi engendrés étaient évidemment nettement supérieur à la normale.

Pour plus de détail sur la détermination de ces erreurs systématiques de mesure, nous invitons le lecteur à consulter la bibliographie citée (Le Goulven et al. 1988, Le Goulven et Alemán 1991).

4.2.3 Calcul du vecteur régional

Dans la deuxième étape nous déterminons les composantes annuelles du vecteur régional. Pour cela nous avons utilisé les données corrigées lors de l'étape précédente, desquelles nous avons écarté les années-stations en dehors de la tolérance de 0.25. Considérant que si l'anomalie d'une station ne diffère pas de plus de 25 % de celle de l'ensemble des stations qui composent le vecteur, cette valeur est cohérente avec le groupe. Nous considérerons donc que le vecteur régional est représentatif d'un groupe lorsqu'il sera composé par cinq stations ou plus, est qu'il sera constitué par des stations dont les anomalies annuelles ne diffèrent pas de plus de 25 % de la moyenne des anomalies des stations du groupe.

Vu l'extension géographique des groupes que nous considérons, les années-stations que nous avons dû écarter ne sont pas forcément erronées, mais peuvent correspondre à un phénomène climatique local qui ne s'est produit que cette année là. Il ne justifie cependant pas à lui tout seul la constitution d'un groupe indépendant dans le cadre de notre étude, qui rappelons-le concerne l'impact d'un phénomène climatique global sur la pluviométrie. Nous avons supprimé ces années anormales pour le calcul du vecteur régional, l'objectif de celui-ci étant de donner une image globale de la pluviométrie d'un secteur globalement homogène.

4.2.4 Extension des vecteurs à 30 ans

Enfin, pour certains groupes, nous avons dû procéder à une dernière étape. Dans certaines régions du littoral, les données existantes se sont avérées insuffisantes pour construire un vecteur de 30 ans sur la période 1964 à 1993, le logiciel requérant au minimum trois stations pour pouvoir calculer la composante annuelle du vecteur. Dans le souci de pouvoir comparer les vecteurs des différentes zones, nous avons prolongé les vecteurs de ces groupes jusqu'à 30 ans. Pour cela nous avons calculé manuellement les composantes du vecteur à partir des deux ou de l'unique station disposant d'information cette année-là. Le vecteur régional ayant par définition une moyenne égale à un, nous avons donc par la suite pondéré par un coefficient multiplicateur les valeurs issues du logiciel et celles calculées manuellement de telle sorte que leur moyenne soit égale à un. Nous prendrons garde, par la suite de n'utiliser les vecteurs ainsi constitués qu'à titre comparatif, car il est évident que ceux-ci sont beaucoup moins représentatifs qu'un vecteur calculé avec cinq ou six stations.

4.3 Répartition des stations en classes de qualité

Suite à toutes ces opérations qui débouchent sur l'exclusion de stations, la correction par un facteur multiplicateur de certaines périodes et la suppression d'années-stations, nous avons classé les stations d'un groupe selon quatre critères :

- La dispersion du graphique final des RAN, annotée qualitativement :

$$TB+ = 0.90 < RAN < 1.10$$

$$TB = 0.80 < RAN < 1.20$$

$$B+ = 0.80 < RAN < 1.20 \text{ avec une ou deux valeurs en dehors de ces bornes}$$

$$B = 0.75 < RAN < 1.25$$

- Le nombre d'années qu'il a fallu écarter de la chronique de la station pour quelle s'intègre au groupe.

- La durée d'enregistrement de la station.

- S'il a fallu corriger par un coefficient multiplicateur une période de la station.

Ensuite, nous avons ainsi réparti les stations dans les six classes suivantes :

"1" : - Pas de correction de données, durée d'enregistrement ≥ 20 ans, perte ≤ 3 ans, dispersion = TB+ ou TB.

- Pas de correction de données, durée d'enregistrement ≥ 20 ans, perte ≤ 1 ans, dispersion = B+.

"2" : - hypothèses de "1" avec une correction de données.

- hypothèses de "1" avec durée d'enregistrement < 20 ans et ≥ 15 ans.

- hypothèses de "1" avec perte > 3 ans et ≤ 5 ans.

- hypothèses de "1" avec dispersion = B.

"3" : - hypothèses de "1" avec durée d'enregistrement < 15 ans et ≥ 10 ans.

- hypothèses de "1" avec perte > 5 ans.

- hypothèses de "1" avec deux conditions de "2" non respectées.

"4" : - hypothèses de "1" avec durée d'enregistrement < 10 ans.

- hypothèses de "1" avec durée d'enregistrement < 15 ans et ≥ 10 ans et une condition "2" non respectée.

- hypothèses de "1" avec perte > 5 ans et une condition "2" non respectée.

- hypothèses de "1" avec trois conditions de "2" non respectées.

"5" : - n'est pas exclu du groupe, mais de qualité inférieure à "4".

"6" : - dispersion élevée, la station ne fait pas partie du groupe ou est de très mauvaise qualité.

Nous ne prendrons en compte que les stations des classes 1 à 4 pour le calcul du vecteur régional.

5. Régionalisation

Nous n'avons considéré pour cette étude que le littoral de l'Equateur, car il est notoire que c'est l'unique région du pays où le phénomène climatique ENSO a un impact significatif. Nous avons cependant considéré quatre groupes de la Sierra et un du versant oriental, afin de confirmer cette hypothèse de "non-influence" de l'ENSO sur les totaux pluviométriques annuels de ces régions.

La Figure 5 présente les zones pluviométriques identifiées sur le littoral équatorien selon le principe de "pseudo-proportionalité" des séries des totaux annuels exposé précédemment, ainsi que les secteurs de la Sierra et de l'Amazonie considérés.

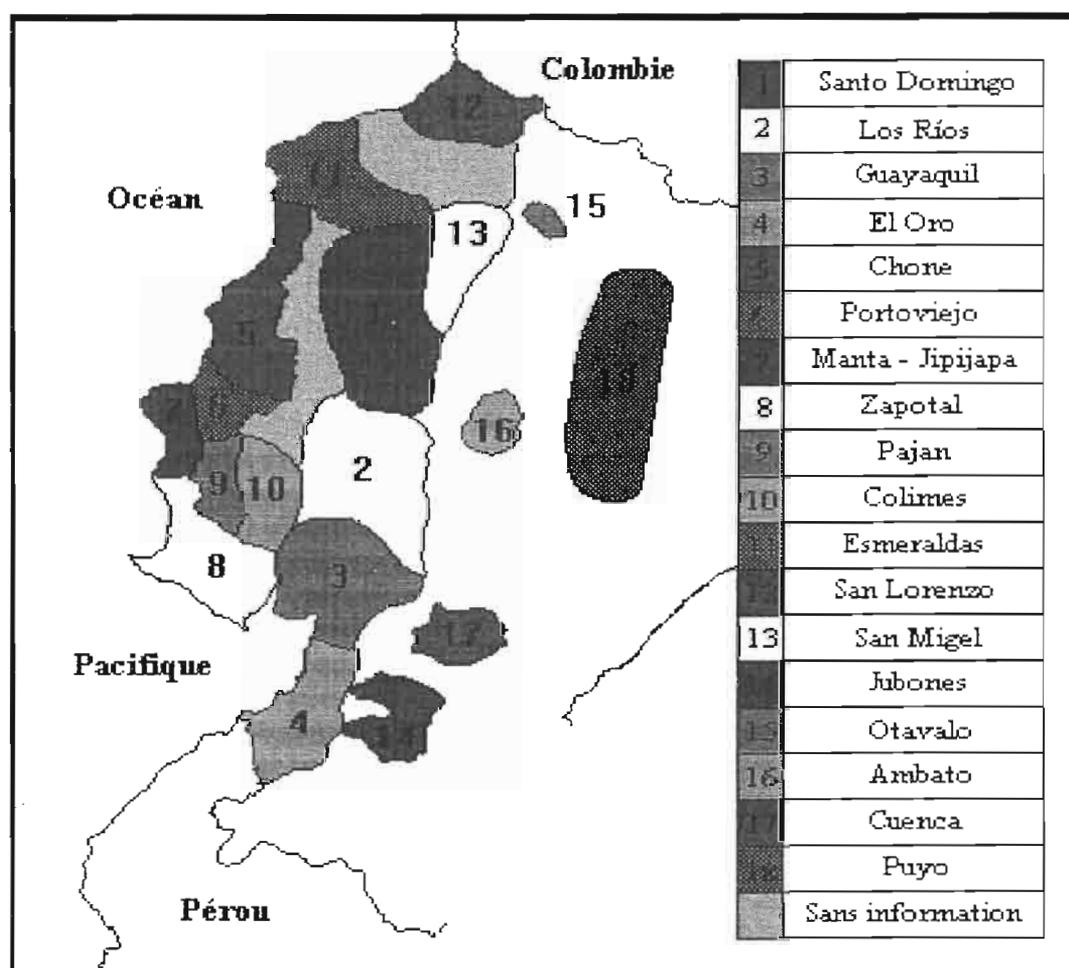


Figure 5 : Carte des zones pluviométriques

Nous avons reporté dans les paragraphes 5.1 à 5.3 (pages suivantes) les résultats et informations suivants :

- Stations du vecteur : tableau des caractéristiques des stations qui composent le vecteur :
 - * Code : code INAMHI de la station.
 - * Nom : nom de la station.
 - * An : le nombre d'années pris en compte dans le calcul du vecteur.
 - * Perte : nombre d'années qu'il a fallu écarter de la chronique de la station pour quelle s'intègre au groupe.
 - * Graph : qualité finale du graphique du RAN.
 - * Moyenne : moyenne en millimètre des totaux annuels pris en compte dans le calcul du vecteur.
 - * Cvar : coefficient de variation des totaux annuels pris en compte dans le calcul du vecteur.
 - * CorXZ : coefficient de corrélation entre la station et le vecteur régional.
 - * Class. : le classement final de la station.
- Corrections : s'il y en a eu, nous notons ici les corrections préliminaires que nous avons dû réaliser (périodes non prises en compte ou corrigées).
- Vecteur régional : tableau donnant les caractéristiques du vecteur régional, contenant :
 - * Année : l'année hydrologique.
 - * Nbre de stations : nombre de stations composant le vecteur cette année-là.
 - * Perte : le nombre de station qu'il a fallu écarter cette année-là.
 - * Vecteur : la composante annuelle du vecteur.
- Stations complémentaires : liste stations qui ont été testée dans le groupe afin de déterminer sont extension géographique. Nous précisons si elles font partie ou non du groupe, cette appartenance a été testée individuellement pour chaque station par l'analyse de leur double cumul avec le vecteur régional du groupe. Ces stations n'ont pas été prise en compte dans le calcul du vecteur.
- Commentaires sur les stations du vecteur, les composantes du vecteur qui ont du être calculé manuellement, etc.
- Analyse du vecteur : nous estimons la représentativité du vecteur régional, l'homogénéité du groupe, etc.

Les graphiques des simples et doubles cumuls de toutes les stations ont été archivés sous forme de fichier informatique et impressions sur papier.

5.1 La côte

5.1.1 Groupe "Santo Domingo"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Ovar	CorXZ	Class.
P006	Pichilingue	28	2	TB	1947	0.251	0.946	1
P025	La Concordia	28	1	TB	3280	0.305	0.963	1
P026	Puerto Ila	29	0	TB	2764	0.301	0.977	1
P027	Santo Domingo Ar.	27	0	TB	3135	0.296	0.957	1
P124	San Juan la Mana	25	1	TB	2875	0.374	0.982	1
P351	Las Delicias	25	0	B+	2962	0.342	0.959	1
P374	San Antonio del Delta	26	0	TB	3057	0.304	0.970	1

Corrections : aucune

Vecteur régional :

Année	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	5		1.030
1992	4	1	1.289
1991	7		0.800
1990	7		0.690
1989	7		0.955
1988	5		0.914
1987	7		1.195
1986	7		0.855
1985	7		0.712
1984	7		1.025
1983	6	1	2.212
1982	7		0.784
1981	6		0.726
1980	7		0.811
1979	7		0.743
1978	6		0.857
1977	5		0.936
1976	7		1.253
1975	6	1	1.151
1974	7		0.712
1973	6		1.299
1972	7		1.270
1971	6	1	0.937
1970	7		0.952
1969	7		1.068
1968	7		0.611
1967	6		0.876
1966	6		1.086
1965	6		1.258
1964	3		0.992

Stations complémentaires : 046 - 122 - 123 - 156 - 160 - 161 - 209 - 247 - 248 - 348 - 355 - 362 - 368 - 370 - 593 - 609 - 623 - 635 - 638 - 639 - 787 - 788 - A0A

Bien que située géographiquement au centre du groupe, la station 348 est de qualité 6. Les stations 160, 609, 623, 635, 638, 639, 787 et A0A de courte durée d'enregistrement font partie du groupe. Les 046, 122, 156, 209, 248, 355, 362, 370 et 593 sont dans des zones de transition avec les groupes voisins. Les 123, 161, 247, 368 et 788 ne font pas partie de ce groupe, mais des secteurs limitrophes.

Commentaires :

La station 006 fait aussi partie du groupe "Los Ríos", ceci montre qu'il y a une certaine continuité entre ces deux groupes.

Analyse du vecteur :

Ce groupe est le plus satisfaisant de ceux qui ont été conformés. Que ce soit au niveau de l'homogénéité et de la durée d'enregistrement des stations ou du nombre de stations formant le vecteur, tout est de bonne qualité et permet donc d'avoir une large confiance dans la représentativité du vecteur.

5.1.2 Groupe "Los Ríos"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P006	Pichilingue	29	1	TB+	1992	0.268	0.960	1
P036	Isabel Maria	16	5	TB	1329	0.369	0.970	3
P039	Bucay	21	3	TB	2403	0.417	0.982	1
P129	Caluma	27	3	TB+	2554	0.366	0.979	2
P132	Balzapamba	26	1	TB+	1536	0.357	0.983	2
P261	La Clementina	13	3	TB	2413	0.445	0.988	3
P465	Ventanas	21	4	B+	1967	0.321	0.962	4
P466	Vinces	22	3	TB	1529	0.425	0.984	1
P805	Pisagua - Montalvo	13	3	TB+	2821	0.479	0.992	3

Corrections :

129 : la période 1977 à 1993 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.79

132 : la période 1964 à 1976 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 1.2

465 : la période 1964 à 1970 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.79

465 : la période 1984 à 1988 a du être supprimée

Vecteur régional

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3	1	1.243
1992	3	1	1.428
1991	5	2	0.785
1990	6	1	0.640
1989	6		1.244
1988	6		0.816
1987	6	1	1.223
1986	5	2	0.945
1985	6	2	0.569
1984	5	2	1.026
1983	6	2	2.327
1982	7	1	0.551
1981	8		0.756
1980	8		0.776
1979	8		0.648
1978	8		0.750
1977	7		0.942
1976	8		1.401
1975	7	1	1.284
1974	8		0.672
1973	4	1	1.343
1972	7		1.325
1971	8		0.881
1970	6	1	0.813
1969	5		0.945
1968	6	1	0.437
1967	6	2	0.843
1966	7		1.081
1965	6	1	1.304
1964	7		1.001

Stations complémentaires : 123 - 130 - 131 - 178 - 227 - 257 - 262 - 368 - 370 - 386 - 392 - 469 - 475 - 476 - 551 - 557 - 582 - 616 - 644 - 647 - 648

Bien que située géographiquement dans ce groupe, les stations 469, 551, 557 et 648 sont de qualité 6. Les stations 131, 386, 616, 644 et 647 de courte durée d'enregistrement font partie du groupe. Les 130, 178, 257, 368 et 582 sont dans des zones de transition avec les groupes voisins. Les 123, 227, 262, 370, 392, 475 et 476 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

La station 465 paraissait de très mauvaise qualité (6), mais après le retrait de cinq années consécutives, qui contiennent des données douteuses, la station paraît largement plus intégrée au groupe. Nous avons donc décidé de garder cette station en considérant ces cinq années comme des erreurs.

La station 036 fait aussi partie du groupe "Guayaquil", et la 006 du groupe "Santo Domingo", ceci montre qu'il y a une certaine continuité entre ces groupes.

Analyse du vecteur :

Le vecteur régional est représentatif de ce groupe, car la majorité des ses composantes annuelles sont calculées avec plus de cinq stations, nous noterons cependant qu'il a fallu écarter de nombreuses années-stations ce qui montre une certaine hétérogénéité.

5.1.3 Groupe "Guayaquil"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P036	Isabel Maria	19	2	TB	1695	0.615	0.987	2
P037	Milagro	26	4	B+	1279	0.596	0.986	3
P056	Guayaquil Ar.	24	5	B+	963	0.473	0.967	3
P073	Taura Ar.	10	0	TB	790	0.500	0.974	3
P176	Naranjal	23	4	TB	1263	0.531	0.986	3
P218	Ingenio San Carlos	18	3	TB	1514	0.428	0.971	2
P231	La Puntilla	22	1	B+	1804	0.428	0.971	1
P477	Puerto Inca	16	4	B+	1101	0.465	0.977	4
P733	Bocatoma - Cañar	25	3	B+	2315	0.518	0.982	2

Corrections :

073 : la période 1972 à 1977 a du être supprimée

176 : la période 1978 à 1993 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 3.14

Vecteur régional

Année	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3		1.221
1992	5	1	1.452
1991	6	1	0.682
1990	5	1	0.566
1989	5	1	1.246
1988	4	1	0.537
1987	4	3	1.843
1986	7	2	0.771
1985	6		0.417
1984	5	1	1.219
1983	4	2	3.068
1982	5	2	0.436
1981	8		0.764
1980	8	1	0.708
1979	8		0.565
1978	6	1	0.630
1977	8		0.830
1976	6	1	1.393
1975	7	1	1.331
1974	6	1	0.571
1973	7		1.528
1972	8	1	1.354
1971	9		0.695
1970	7	2	0.695
1969	8	1	0.845
1968	8	1	0.283
1967	4	1	0.950
1966	6		1.038
1965	6		1.511
1964	4		0.851

Stations complémentaires : 039 - 178 - 392 - 412 - 469 - 557 - 657 - 774

Les stations 412, 657 et 774 sont dans des zones de transition avec les groupes voisins. Les stations 039, 178, 392, 469 et 557 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

La station 036 fait aussi partie du groupe "Los Ríos", ceci montre qu'il y a une certaine continuité entre ces deux groupes.

Analyse du vecteur :

Le vecteur régional est représentatif de ce groupe, car la majorité des ses composantes annuelles sont calculées avec plus de cinq stations, nous noterons cependant qu'il a fallu écarter en moyenne trois années par station, ce qui n'est pas un signe d'homogénéité. Ce groupe présente un vecteur régional semblable à celui de "Los Ríos".

5.1.4 Groupe "El Oro"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P040	Pasaje	21	4	TB	779	0.361	0,977	2
P072	Machala Ar.	15	4	B+	669	1.037	0,998	4
P179	Arenillas	24	3	B+	575	0.849	0,992	3
P184	Pagua	11	0	TB	1587	0.724	0,998	3
P185	Machala utm.	14	1	TB	1185	0.459	0,993	3
P292	Granja Sta Ines utm.	5	2	TB	773	0.272	0,959	4
P483	Rio Negro	5	0	TB	633	0.343	0,995	4
P657	Ha Sta Rita - Balao	5	0	TB	1155	0.256	0,973	4
P747	Rio Chico	6	2	TB	1317	0.910	0,999	4

Corrections :

179 : la période 1964 à 1978 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.79

184 : la période initiale présentant de très nombreuses lacunes n'a pas été considérée

185 : la période initiale présentant de très nombreuses lacunes n'a pas été considérée

Vecteur régional

Année	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	4		1.171
1992	4	1	1.733
1991	6		0.836
1990	3	3	0.480
1989	4	1	1.441
1988	4	1	0.863
1987	3	1	1.589
1986	4		0.767
1985	4	1	0.515
1984	5		1.414
1983	4	2	4.465
1982	4	2	0.408
1981	4		0.685
1980	4		0.696
1979	5	1	0.457
1978	4	1	0.490
1977	4	1	0.636
1976	3	1	1.148
1975	4	2	1.136
1974	4	1	0.504
1973	2	1	1.576
1972	3		1.116
1971	2	1	0.679
1970	3		0.586
1969	3		0.690
1968	2	2	0.427
1967	4		0.655
1966	4		0.758
1965	4		1.330
1964	4		0.755

Stations complémentaires : 181 - 183 - 195 - 478 - 479 - 481 - 743

Bien que située géographiquement dans ce groupe, les stations 195 et 478 sont de qualité 6. La 183, de qualité 5, n'a pas été utilisée pour le calcul du vecteur régional. Les stations 181 et 743 sont dans une zone de transition. Les stations 479 et 481 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Nous remarquerons les très fortes valeurs (0.7 à 1.0) des coefficients de variations de quatre stations de ce groupe, qui sont les quatre stations dont les séries chronologiques comprennent l'année 1983. Ces valeurs très élevées reflètent le caractère très exceptionnel de la pluviométrie de cette année là dans cette région du sud de la côte relativement sec.

Le vecteur a été calculé manuellement pour les années suivantes :

1968 : avec les stations 040 et 657.

1971 : avec les stations 040 et 179.

1973 : avec les stations 040 et 179.

Analyse du vecteur :

Ce groupe est de qualité moyenne, car les stations sont en général de courte durée et ont chacune plusieurs années devant être écartées. Nous avons eu beaucoup de difficultés à homogénéiser ce secteur et il n'a pas été possible de la subdiviser par manque de données. Le vecteur régional ne pourra donc être utilisé qu'à titre de comparaison.

5.1.5 Groupe de "Chone"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P162	Chone	24	3	B+	1343	0.552	0.986	2
P163	Boyaca	22	3	TB	856	0.488	0.984	1
P164	Calceta	21	1	TB+	1019	0.537	0.992	1
P167	Jama	22	4	B+	751	0.568	0.989	4
P168	Pedernales	15	5	TB	866	0.582	0.989	4
P296	Estancilla	19	1	TB	901	0.622	0.993	2
P446	San Isidro	7	0	TB+	672	0.237	0.996	4
P452	Zapote	23	4	B+	1649	0.499	0.986	4
P462	Junin	8	2	TB	856	0.310	0.967	4
PS12	Dos Bocas	10	2	TB	1638	0.592	0.994	3

Corrections :

167 : la période 1970 à 1973 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.64

168 : la période 1980 à 1991 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.79

446 : la période de fonctionnement initial a du être supprimée

452 : la période 1974 à 1980 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 1.57

Vecteur régional

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3	1	1.131
1992	3	2	1.442
1991	5	1	0.671
1990	6		0.600
1989	4	1	0.879
1988	5	1	0.709
1987	6	1	1.360
1986	6		0.841
1985	7	1	0.702
1984	8	1	0.992
1983	8	1	3.208
1982	6	3	0.568
1981	6	3	0.795
1980	8		0.772
1979	7	1	0.711
1978	8		0.803
1977	5	2	1.151
1976	5	2	1.220
1975	6	1	1.500
1974	5	2	0.645
1973	6	1	1.102
1972	7	1	1.073
1971	6		0.858
1970	6	1	0.922
1969	6	1	0.803
1968	4	3	0.420
1967	5	1	0.936
1966	5		1.013
1965	6		1.163
1964	3		1.009

Stations complémentaires : 153 - 161 - 165 - 456 - 461 - 464 - 590 - 611 - 788

Les stations 611 et 590 n'ont pas été utilisées pour le calcul du vecteur à cause de leur dispersion, la 590 constitue une transition avec le groupe "Esmeraldas". Bien que située géographiquement dans ce groupe, la station 456 est de qualité 6. Les stations 153, 161, 165, 461, 464 et 788 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Malgré le grand nombre d'années supprimées de la station 446, la période restante a été conservée car elle est de bonne qualité, et de plus permet de compléter le vecteur sur les 30 ans.

Analyse du vecteur :

Le vecteur régional est représentatif de ce groupe, car la majorité des ses composantes annuelles sont calculées avec cinq stations ou plus, nous noterons cependant qu'il a fallu écarter plusieurs années par station, ce qui n'est pas un signe d'homogénéité.

5.1.6 Groupe "Portoviejo"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P005	Portoviejo - utm	29	1	B+	466	0.738	0.995	1
P034	Santa Ana	17	4	TB	794	0.349	0.965	3
P165	Rocafuerte	27	2	TB	417	0.740	0.995	1
P461	Río Chico	19	4	B	558	0.848	0.991	4
P464	Río Chamotete	16	7	TB	1158	0.398	0.977	4

Corrections : aucune

Vecteur régional

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3	1	0.842
1992	4		1.994
1991	3	1	0.452
1990	3	1	0.524
1989	4		1.352
1988	3	1	0.490
1987	4		1.341
1986	4		0.981
1985	4		0.778
1984	3	2	0.905
1983	3	2	4.144
1982	3	2	0.171
1981	4	1	0.555
1980	5		0.628
1979	5		0.563
1978	3	2	0.545
1977	4		0.927
1976	3	2	1.732
1975	5		1.519
1974	5		0.599
1973	3	2	1.126
1972	4	1	1.312
1971	5		0.832
1970	3		0.845
1969	3		0.980
1968	3		0.359
1967	3		0.941
1966	3		0.793
1965	3		0.889
1964	3		0.881

Stations complémentaires : 074 - 159 - 447 - 448 - 449 - 453 - 462.

Les stations 074, 159, 447, 448, 449, 453 et 462 ne font pas partie de ce groupe d'extension réduite au bassin versant du río Portoviejo.

Commentaires :

La station 464, de qualité 4, n'a été conservée qu'à cause de la très bonne qualité de son graphique de RAN final.

Analyse du vecteur :

Ce groupe est formé par un nombre réduit de stations, dont deux de qualité 4. Le vecteur n'est souvent formé que du nombre minimum de stations et ne peut donc être considéré comme très représentatif.

5.1.7 Groupe "Manta-Jipijapa"

Stations : 045 - 047 - 169 - 448 - 449 - 450 - 451 - 453.

Ce secteur au sud-ouest de la province du Manabí ne constitue pas un groupe homogène. Seules trois associations ont été possibles :

047 et 074 : qui sont les deux stations de Manta.

048 et 450 : une vingtaine de km au Sud de Manta

169, 449 et 451: aux environs de Jipijapa.

La station 453 de Montecristi n'a pu être associée ni avec les deux stations de Manta, ni avec la 448 et la 450 pourtant toutes à moins de 10 km.

5.1.8 Groupe "Zapotal"

Stations : 076 - 173 - 174 - 223 - 472 - 473 - 474 - 592 - 619 - 774 - 778 - 782 - 785 - 922 - 932

Le secteur compris entre la Cordillère Colonche, Salinas et Playas ne constitue pas un groupe homogène. Il a été impossible d'obtenir un groupe aussi petit soit-il au sein duquel deux ou trois stations ressortent avec une qualification de 2 ou 3. Le seul fait marquant qui soit ressorti du traitement de ce groupe est l'exclusion catégorique de la station 076 de Salinas, 18 années sur les 19 que compte la station présentent des anomalies différant de plus de 90% de celles du secteur.

5.1.9 Groupe "Pajan"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P044	Pedro Pablo Gomez	13	4	B	989	0.535	0.992	4
P159	La Naranja	15	1	B	1138	0.315	0.909	3
P171	Camposano #2	17	0	TB	1279	0.513	0.990	2
P447	24 de Mayo - Jaboncillo	27	2	B+	876	0.441	0.980	3
P458	Colimes de Pajan	22	1	B	1122	0.522	0.986	2
P459	San Pablo	18	5	TB	704	0.473	0.990	4
P463	Camposano #1	18	1	B+	1287	0.493	0.984	2
P555	Villao - Pedro Carbo	8	1	TB	947	0.241	0.919	4
P798	Cascol	8	0	TB	1134	0.331	0.967	4
P975	Banchal en Pte Carretera	7	0	TB	1134	0.629	0.991	4

Corrections :

447 : la période 1964 à 1984 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.64

459 : la période 1987 à 1993 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.32

451 : la période 1987 à 1993 contenant des données erronées a du être supprimée

555 : la période 1974 à 1990 comprenant des lacunes n'a pas été considérée

Vecteur régional :

Années	Nbr de stations	Perte	Vecteur
1993	4		1.421
1992	4		1.582
1991	4		0.560
1990	4		0.621
1989	4		1.196
1988	4		0.711
1987	5	1	1.026
1986	5	1	0.780
1985	4	3	0.540
1984	6		1.162
1983	7		2.529
1982	7		0.393
1981	7	1	0.651
1980	7		0.749
1979	6		0.573
1978	7		0.765
1977	8		1.022
1976	4	3	1.109
1975	5	1	1.228
1974	6	1	0.670
1973	7	1	1.568
1972	7	1	1.289
1971	7	1	0.937
1970	4		1.027
1969	4		0.893
1968	4	1	0.374
1967	3		1.046
1966	3		1.111
1965	3		1.259
1964	3		1.206

Stations complémentaires : 034 - 166 - 169 - 259 - 451 - 589

Les stations 166, 259 et 589 de la plaine du Guayas, les 169 et 451 du versant occidental, ainsi que la 034 du groupe "Portoviejo" ne font pas partie du groupe. Il est intéressant de constater que plusieurs stations proches mais de l'autre coté de la ligne de crête ont été testées et ont du être rejetées. Cette crête semble donc constituer une des limites de la zone.

Commentaires :

Les stations 555, 798 et 975 possédant de courtes durées d'enregistrement s'intègrent bien au groupe. La station 044 est à la limite du groupe (courte et de graphe moyen).

Analyse du vecteur :

Ce groupe situé sur le versant oriental de la cordillère Colonche, n'est pas très homogène, il ne compte aucune station de qualité 1.

5.1.10 Groupe "Colimes"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P166	Olmedo	22	6	B	1557	0.554	0.985	4
P178	La Toma Emap	7	2	TB	630	0.578	0.992	4
P257	Daule	11	6	B+	1045	0.471	0.987	4
P262	Colimes de Balzar Cedega	4	1	TB+	1799	0.384	0.997	4
P475	Colimes de Balzar Inamhi	17	5	TB	1554	0.482	0.983	3
P476	La Capilla	22	3	B	1040	0.573	0.985	3
P589	Guale	9	1	TB	1361	0.491	0.990	4

Corrections :

476 : la période 1979 à 1984 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.64

589 : la période 1965 à 1969 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 2

Vecteur régional

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	2	1	1.560
1992	3		1.789
1991	3		0.747
1990	2		0.726
1989	3	1	1.259
1988	2		0.977
1987	3	1	1.750
1986	3		0.666
1985	3	4	0.552
1984	3	1	0.894
1983	4		1.870
1982	3		0.456
1981	5	2	0.566
1980	4	2	0.512
1979	5		0.483
1978	3	2	0.388
1977	3	1	0.734
1976	3	1	1.695
1975	3		1.105
1974	2	3	0.440
1973	4	1	1.720
1972	3	3	1.184
1971	4		0.881
1970	1		0.770
1969	2		0.894
1968	3	1	0.365
1967	4		0.658
1966	3	1	1.121
1965	3	1	1.962
1964	2		1.272

Stations complémentaires : 171 - 259 - 447 - 463 - 555

La station 259 de qualité 5 n'a pas été retenue pour le calcul du vecteur. Les stations 171, 447, 463 et 555 ne font pas partie du groupe.

Commentaires :

Le vecteur a du être calculé manuellement pour les années suivantes :

1964 : avec les stations 166 et 257

1969 : avec les stations 166 et 589

1970 : avec la station 589

1974 : avec les stations 476 et 589

1988 : avec les stations 166 et 476

1990 : avec les stations 166 et 476

1993 : avec les stations 475 et 476

Analyse du vecteur :

Pourtant située dans la zone de plaine entre deux groupes de qualité moyenne et très bonne (respectivement "Paján" et "Los Ríos") ce secteur n'est pas très homogène. Le vecteur régional est souvent composé que de deux ou trois stations et il a fallu supprimer de nombreuses années, ce vecteur ne pourra être utilisé qu'à titre de comparaison.

5.1.11 Groupe "Esmeraldas"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P046	Pachiral Mashpi	12	2	TB	3439	0.268	0.937	3
P058	Esmeralda - Tachina	17	4	B+	785	0.409	0.976	4
P153	Muisne	9	0	TB	1578	0.226	0.927	4
P156	Quinde	21	2	TB	2363	0.293	0.950	1
P269	Esmeraldas Inocar	10	3	TB	686	0.163	0.879	3
P441	Sague	28	1	B+	1076	0.282	0.935	1
P444	Teaone - Tabiazo	11	0	TB	842	0.354	0.954	3
P550	Viche	7	2	TB	1951	0.269	0.978	4

Corrections :

153 : la période 1973 à 1993 présentant beaucoup lacunes n'a pas été considérée

168 : la période 1980 à 1992 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.79

444 : la période 1965 à 1971 contenant des données erronées a du être écartée

Vecteur régional :

Année	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	2		1.301
1992	1		1.308
1991	3		0.770
1990	4		0.734
1989	4		0.842
1988	5		0.885
1987	3	1	1.300
1986	4	1	0.863
1985	4	1	0.629
1984	5		1.018
1983	4	1	1.770
1982	6		0.862
1981	6		0.667
1980	5		0.750
1979	4		0.735
1978	4	2	1.012
1977	5		1.019
1976	3	2	1.226
1975	3	1	1.206
1974	3		0.656
1973	4		1.696
1972	3	1	0.998
1971	4		1.027
1970	4		0.912
1969	3	1	0.929
1968	3	1	0.682
1967	3	1	0.742
1966	5		1.053
1965	3	1	1.437
1964	5		0.967

Stations complémentaires : 154 - 225 - 590

La station 590 au sud est dans une zone de transition avec le groupe "Chone". Les stations 154 et 225 du sud du groupe "San Lorenzo" ont un comportement bien différent de celui de ce groupe.

Commentaires :

La 046 fait aussi partie du groupe "San Miguel", ceci montre qu'il y a une certaine continuité entre ces deux groupes.

Le vecteur a été calculé manuellement pour les années suivantes :

1992 : avec la station 441

1993 : avec les stations 441 et 444

Analyse du vecteur

Ce groupe est assez homogène mais les faibles durées d'enregistrement des stations rend le vecteur régional moyennement représentatif, car il n'est formé pour chaque année que par un nombre limité de stations.

5.1.12 Groupe "San Lorenzo"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P106	Lita	17	4	TB	3743	0.208	0.808	3
P154	Cayapas	25	3	TB	3374	0.247	0.891	1
P224	San Lorenzo	15	1	TB	2847	0.182	0.884	2
P225	Borbon	16	1	TB	2182	0.216	0.936	3
P442	Carondelet	9	1	TB	3018	0.196	0.947	4
P692	Tobar Donoso	6	0	-	7878	0.182	-	4

Corrections :

225 : la période 1965 à 1973 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 1.27

442 : la période 1975 à 1983 contenant des données erronées a du être supprimée

692 : la période 1982 à 1985 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 0.5

Vecteur régional

Année	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	1		0.392
1992	1		1.022
1991	1		0.995
1990	1		1.013
1989	1		0.874
1988	1		1.021
1987	1		1.055
1986	1		0.734
1985	2	1	0.944
1984	3		1.244
1983	2	1	1.286
1982	4		1.011
1981	4		0.852
1980	2		0.952
1979	2		1.077
1978	3		0.664
1977	3		0.738
1976	4		0.945
1975	4		1.236
1974	5		0.998
1973	5		1.432
1972	4	1	1.164
1971	5		1.081
1970	5		1.169
1969	5		1.017
1968	4	1	0.762
1967	5		0.988
1966	5		1.183
1965	3	1	1.342
1964	1		0.805

Stations complémentaires : 301 - 440 - 586

La station 586, de courte durée d'enregistrement et de qualité 5 n'a pas été utilisée pour le calcul du vecteur. La station 440 n'a pas été retenue dans ce groupe à cause de sa trop grande disparité avec le vecteur mise en évidence par le graphique du double cumul station-vecteur. La station 301 du piedmont ne fait pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Les valeurs plus faibles des coefficients de variations des stations de ce groupe, signifie que la pluviométrie de cette région humide varie peu.

La station 692 de courte durée d'enregistrement et avec une correction a été conservée pour permettre le calcul du vecteur, avec le manque de fiabilité que cela implique.

Le vecteur a du être calculé manuellement pour les années suivantes :

- 1964 : avec la station 106
- 1979 et 1980 : avec les stations 224 et 225
- 1983 et 1985: avec les stations 154 et 692
- 1984 : avec les stations 106, 154 et 692
- 1986 et 1987 : avec la station 692
- 1988 à 1993 : avec la station 154

Analyse du vecteur :

Le vecteur a été calculé manuellement pour quatorze années, il y en a neuf pendant lesquelles une unique station fournit des données. Ces périodes très longues doivent être prises surtout en tant qu'information complémentaire, et être utilisées avec précaution. Le vecteur régional de ce groupe est donc peu représentatif, car il n'est formé pour chaque année que par un nombre limité de stations.

5.1.13 Groupe "San Miguel"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P027	Santo Domingo Ar.	26	1	B	3007	0.223	0.891	2
P046	Pachijal Mashpi	14	0	TB+	3431	0.249	0.954	1
P209	Alluriquin Inecel	15	1	TB	2052	0.169	0.856	2
P212	Mindo Inecel	14	0	TB	2650	0.185	0.910	3
P213	La Perla	15	0	TB	1698	0.268	0.965	2
P216	San Miguel	14	0	TB	4338	0.230	0.953	3
P339	Nanegalito	23	2	TB+	2606	0.176	0.907	1
P340	Mindo Inamhi	21	1	TB	2873	0.193	0.930	1
P355	Pilaton a.j. Toachi	17	1	TB+	2802	0.225	0.973	2
P362	Las Pampas	24	1	TB	2192	0.181	0.895	2
P524	Chontal Alto	13	0	TB	2382	0.211	0.936	3
P587	Nanagal	14	0	TB	2246	0.240	0.950	3
P607	Manduriaco Chico	14	0	TB	2397	0.180	0.943	3
P721	Mesa Miravalle	14	0	TB	1669	0.191	0.895	3

Corrections : aucune

Vecteur régional :

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	2		0.969
1992	7		0.896
1991	4		0.891
1990	9		0.823
1989	11		0.952
1988	10		0.780
1987	13		0.924
1986	12		0.897
1985	14		0.869
1984	13		1.142
1983	12	2	1.594
1982	14		0.925
1981	12		0.851
1980	14		0.916
1979	13	1	0.896
1978	13		0.892
1977	11	1	0.779
1976	9		1.082
1975	5		1.245
1974	5		0.874
1973	5		1.236
1972	5		1.240
1971	5		1.007
1970	3	1	0.995
1969	3	1	1.012
1968	3	1	0.728
1967	3		1.052
1966	3		1.201
1965	3		1.272
1964	2		1.073

Stations complémentaires : 116 - 211 - 327 - 336 - 337 - 338 - 593 - 612 - 621

Bien que située géographiquement dans le groupe, les stations 327, 336 et 612 de qualité 5 n'ont pas été prises en compte pour le calcul du vecteur régional. Les 116, 211, 593 et 621 sont dans des zones de transition avec les secteurs voisins. Les 337 et 338 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Le vecteur a été calculé manuellement pour les années suivantes :

1964 : avec les stations 027 et 340

1993 : avec les stations 339 et 362

Analyse du vecteur :

Le vecteur régional est très représentatif du groupe pour la période 1976 à 1990, où il est composé de neuf stations ou plus. Pour le reste de la période, on peut penser qu'il est aussi représentatif du secteur car les stations qui le composent sont de bonne qualité et il n'a fallu écarter que peu d'années.

5.2 La Sierra

5.2.1 Groupe "Jubones"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P032	Santa Isabel	23	1	B+	479	0.305	0.959	1
P142	Saraguro	24	4	B+	792	0.214	0.906	3
P419	Giron	28	2	TB	776	0.277	0.965	1
P420	Nabon Inamhi	24	6	TB	776	0.244	0.937	4
P421	Onna	24	5	TB	573	0.244	0.970	4
P422	Ha Sta Lucia	22	4	B	384	0.288	0.915	3
P423	Susudel	8	0	TB	460	0.289	0.953	4
P666	San Fernando	8	0	TB	1417	0.299	0.947	4
P738	Guanazan	6	1	TB	832	0.304	0.988	4
PJ01	Rircay en Sulupali	10	1	TB	408	0.171	0.833	3
PJ02	Leon en pte. carretero	6	0	TB	470	0.202	0.913	4

Corrections :

420 : la période 1964 à 1974 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 1.27

421 : la période 1976 à 1980 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 1.57

421 : la période 1981 à 1993 a du être multipliée par un coefficient correcteur de 1.27

Vecteur régional :

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	4		1.300
1992	4	1	0.888
1991	4		0.858
1990	5		0.774
1989	6		1.294
1988	7		0.943
1987	6	2	0.771
1986	6	2	1.102
1985	5	3	0.664
1984	7	1	1.303
1983	6	2	1.660
1982	6	1	0.821
1981	5	1	0.954
1980	5	1	0.739
1979	6		0.906
1978	7		0.823
1977	5	2	0.989
1976	6	1	1.284
1975	7	1	1.379
1974	9		0.932
1973	7	2	1.251
1972	9		1.166
1971	9		1.425
1970	9		1.143
1969	9		0.984
1968	6	2	0.645
1967	4	1	0.70
1966	4	1	0.718
1965	5		0.872
1964	5		0.710

Stations complémentaires : 196 - 425 - 428 - 481

La station 428 de qualité 5 est à la limite du groupe, elle n'a pas été prise en compte dans le calcul du vecteur régional. Les stations 196, 425 et 481 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Dans ce groupe, plusieurs stations n'ayant qu'un nombre restreint d'années d'enregistrement ont été prises en comptes. La bonne qualité de leur graphique de double cumul et de RAN permet leur utilisation pour le calcul du vecteur. Les stations 420 et 421 de longue durée mais de qualité 4 ont été conservées, cette mauvaise qualité est due en partie à des changements de sites.

Analyse du vecteur :

Le vecteur régional de ce groupe est composé en moyenne par cinq ou six stations, mais il a fallu écarter de nombreuses années pour parvenir à former un groupe homogène, on ne pourra donc considérer le vecteur régional que moyennement représentatif de cette zone moyennement homogène.

5.2.2 Groupe "Otavalo"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P001	Inguincho	16	0	TB+	1320	0.151	0.968	2
P105	Otavalo	27	2	TB	846	0.209	0.891	1
P110	San Pablo del Lago	25	0	TB	987	0.175	0.919	1
P319	San Rafael del Lago	26	2	TB	876	0.199	0.953	1
P320	Hda La Vega	20	0	B+	1087	0.162	0.859	1
P321	Topo - Imbabura	25	1	B+	1082	0.221	0.905	1
P322	Cambugan	21	2	B+	1505	0.218	0.843	2
P323	Achupallas - Imbabura	26	2	B+	1263	0.236	0.917	2
P328	Hda La Maria	17	3	TB	1073	0.271	0.968	2
P329	Inguincho Grande	16	0	TB+	1421	0.155	0.963	2

Corrections : aucune

Vecteur régional :

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	6	1	1.047
1992	6		0.656
1991	7		0.748
1990	8		0.749
1989	6		1.131
1988	5	1	0.945
1987	9		0.806
1986	9		0.879
1985	9	1	0.975
1984	10		1.149
1983	10		1.277
1982	10		1.007
1981	8	2	1.026
1980	10		0.815
1979	9	1	1.011
1978	10		0.854
1977	9		0.801
1976	6	2	1.010
1975	8		1.319
1974	8		1.079
1973	7		0.802
1972	8		1.385
1971	7		1.269
1970	6	1	1.300
1969	7		1.159
1968	6	1	0.975
1967	6	1	1.116
1966	6	1	1.100
1965	2		0.712
1964	1		0.882

Stations complémentaires : 053 - 107 - 316 - 337

Les stations 053, 107, 316 et 337 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Le vecteur a du être calculé manuellement pour les années suivantes :

1964 : avec la station 110

1965 : avec les stations 105 et 110

Analyse du vecteur :

A l'exception des deux premières années de la période, le vecteur est calculé à partir d'un nombre important de stations. L'ensemble des stations considérées pour le calcul du vecteur sont de qualité 1 et 2. Ce vecteur est donc très représentatif du secteur environnant la ville d'Otavallo.

5.2.3 Groupe "Ambato"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P004	Rumipamba - Salcedo	30	0	TB	533	0.170	0.879	1
P028	Ambato - Granja	23	0	TB	444	0.169	0.849	1
P126	Patate	25	1	B+	557	0.181	0.813	1
P127	Pillaro	29	1	TB	662	0.201	0.911	1
P376	Pilahuin	28	1	TB+	672	0.164	0.941	1
P377	Tisaleo	29	0	TB	699	0.173	0.860	1

Corrections : aucune

Vecteur régional :

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3	1	1.069
1992	5		0.834
1991	5		0.948
1990	5		0.790
1989	5		1.253
1988	5		1.003
1987	5	1	1.049
1986	6		0.891
1985	5		1.049
1984	5		1.196
1983	5		1.106
1982	6		0.940
1981	6		0.913
1980	6		0.762
1979	6		0.788
1978	6		1.013
1977	6		0.876
1976	6		1.138
1975	5		1.440
1974	6		1.130
1973	5	1	1.000
1972	6		1.185
1971	6		1.067
1970	6		1.192
1969	6		0.929
1968	6		0.900
1967	6		0.918
1966	6		0.972
1965	6		0.815
1964	4		0.833

Stations complémentaires : 029 - 064

Les stations 029 et 064 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Les valeurs un peu plus faible des coefficients de corrélation entre les stations et le vecteur régional, est dû à la faible variabilité de la pluviométrie, les coefficient de variation des stations sont inférieurs à 0.2. Mais cela n'implique pas une moins bonne homogénéité de ce groupe.

Analyse du vecteur :

Les six stations considérées pour le calcul du vecteur sont de qualité 1. Ce groupe est très homogène, il n'a fallut écarter que très peu d'années, le vecteur régional est calculé avec cinq ou six stations, il est très représentatif des environs la ville d'Ambato.

5.2.4 Groupe "Cuenca"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P067	Cuenca Ar.	17	1	TB	851	0.175	0.864	2
P138	Paute	25	0	TB	736	0.172	0.820	1
P139	Gualaceo	18	1	TB	709	0.148	0.883	2
P140	Ucubamba	20	0	TB	845	0.166	0.910	1
P141	El Labrado	28	0	TB	1256	0.135	0.901	1
P197	Jacarin	16	2	TB	638	0.180	0.880	2
P414	Chanin	12	2	TB	1039	0.169	0.773	3
P417	Piscicola Chirimichay	17	1	TB	1262	0.181	0.763	2
P426	Ricaute - Cuenca	26	1	TB	878	0.174	0.850	1
P427	Sayausi	18	0	TB	980	0.207	0.872	2
P539	Buenos - Aires	9	0	TB+	947	0.219	0.976	4
P625	Biblian Inecel	12	1	TB	765	0.145	0.876	3

Corrections :

418 : la période 1976 à 1981 a du être multiplié par un coefficient correcteur de 1.57

Vecteur régional :

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3	1	1.279
1992	11		0.815
1991	8	2	0.919
1990	9		0.867
1989	9		1.168
1988	8		0.999
1987	9		0.909
1986	9		0.906
1985	11	1	0.761
1984	12		1.167
1983	10	1	1.173
1982	10		1.005
1981	9	1	1.135
1980	11		0.819
1979	9	1	0.958
1978	11		1.031
1977	8		0.820
1976	8		1.117
1975	8	1	1.316
1974	4		0.964
1973	7		1.043
1972	5	1	1.001
1971	5		1.126
1970	4		1.249
1969	4		1.037
1968	4		0.955
1967	4		0.951
1966	4		0.930
1965	4		0.838
1964	2		0.742

Stations complémentaires : 045 - 416 - 541 - 664 - 668

Les stations 045, 416, 418, 541, 664 et 668 ne font pas partie de ce groupe.

Commentaires :

Pour groupe, nous avons utilisé les travaux spécifiques réalisés sur le bassin versant du río Paute, pour lequel la pluviométrie a été homogénéisée au pas de temps annuel, critiquée au niveau journalier (Molinaro 1995), puis régionalisée au pas de temps annuel (Mejia et al 1995). Nous n'avons considéré que les stations de bonne qualité de la région inter-andine.

Le vecteur a du être calculé manuellement pour l'année 1964 avec les stations 141 et 426.

Analyse du vecteur :

Toutes les stations considérées pour le calcul du vecteur sont de bonne qualité. Si certaines apparaissent avec une qualité inférieure à 1, ceci n'est du qu'à leur durée d'enregistrement. Le vecteur régional de ce groupe peut donc être considéré comme très

représentatif de la zone, même si plusieurs années ne sont calculées qu'à partir d'un nombre réduit de stations.

5.3 L'Amazonie, groupe "Puyo"

Stations du vecteur :

Code	Nom	An	Perte	Graph.	Moyenne	Cvar	CorXZ	Class.
P008	Puyo	29	0	TB+	4526	0.099	0.849	1
P041	Sangay	28	0	TB+	4028	0.091	0.769	1
P063	Pastaza Ar.	26	0	TB	5266	0.101	0.617	1
P486	Borja - Misión Josefina	23	0	TB	2685	0.090	0.620	1
P489	Jondachi	14	0	TB	4716	0.107	0.429	3

Corrections : aucune

Vecteur régional :

Années	Nbre de stations	Perte	Vecteur
1993	3		1.042
1992	2		0.944
1991	2		0.964
1990	2		1.086
1989	4		0.968
1988	3		0.986
1987	4		0.955
1986	4		1.097
1985	4		0.916
1984	5		1.008
1983	5		1.003
1982	5		1.005
1981	4		1.068
1980	5		0.944
1979	5		0.929
1978	5		0.965
1977	5		1.065
1976	5		1.129
1975	5		1.075
1974	5		1.108
1973	5		0.909
1972	5		1.139
1971	5		0.988
1970	4		0.998
1969	4		0.975
1968	4		0.981
1967	4		0.946
1966	3		0.961
1965	3		0.998
1964	1		0.860

Stations complémentaires : 007 - 378 - 484 - 489 - 491

Les stations 378, 484, 489 et 491 font partie de ce groupe. La 007 de Nuevo Rocafuerte à l'extrême Est du pays s'intègre relativement bien à ce groupe.

Comentaires :

Pour ce groupe au régime climatique unimodal amazonien, le début de l'année hydrologique a été considéré au premier janvier, elle coïncide avec l'année calendaire.

La très faible variabilité des totaux pluviométriques, inférieur à 0.1, explique les faibles valeurs des coefficients de corrélation entre les stations et le vecteur régional de ce groupe.

Le vecteur a été calculé manuellement pour les années suivantes :

1964 : avec la station 063.

1990 : avec les stations 008 et 041.

1991 : avec les stations 008 et 041.

1992 : avec les stations 008 et 486.

Analyse du vecteur :

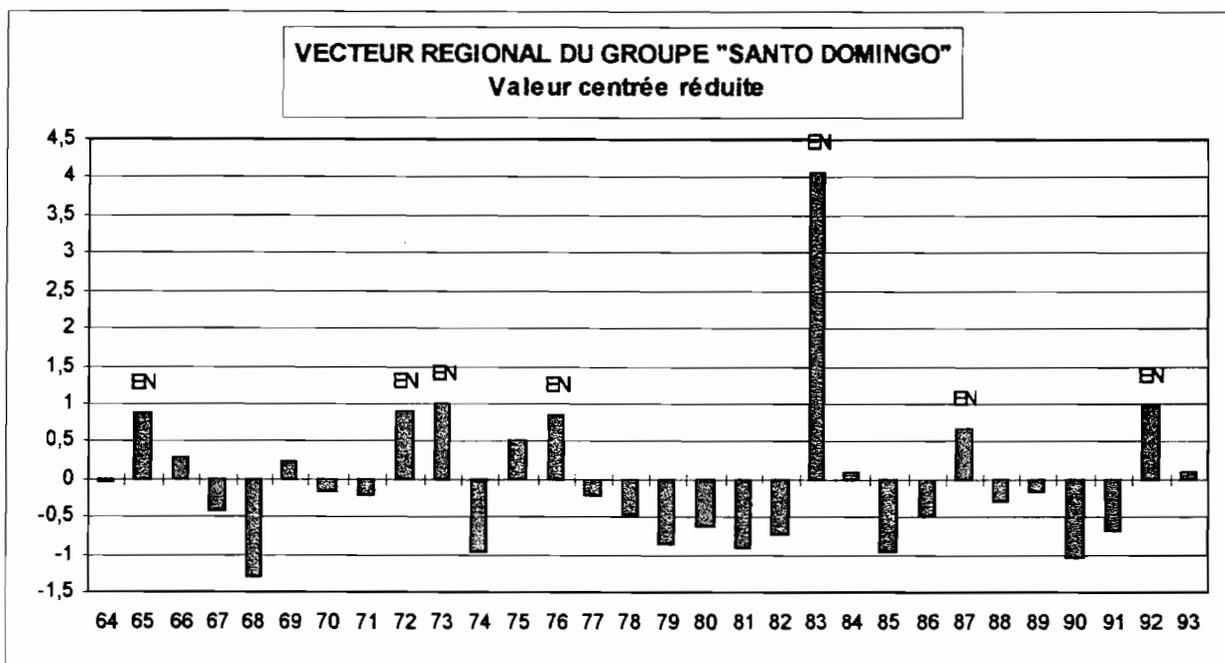
Même si les coefficients de corrélation entre les stations et le vecteur régional sont relativement faibles, cependant il n'a fallu écarter aucune année pour former ce groupe, son vecteur régional peu donc être considéré comme représentatif.

6. Réponse des groupes au "Niño"

Dans ce chapitre nous visualisons les graphiques des valeurs centrées réduites des vecteurs régionaux de chaque groupe, sur lesquels nous avons noté "EN" les années correspondant à un "Niño". Ces années correspondent à la définition préliminaire donnée au paragraphe 2. L'analyse de la coïncidence des années de pluviométrie excédentaire avec l'occurrence d'un ENSO nous permet d'estimer la dépendance des totaux pluviométriques annuels de ce phénomène climatique. Il s'agit d'une analyse "typologique", l'étude numérique de l'influence de l'ENSO sur les totaux pluviométriques annuels du littoral de l'Equateur que nous réaliserons plus tard pourra être différente.

6.1 La côte

6.1.1 Groupe "Santo Domingo"

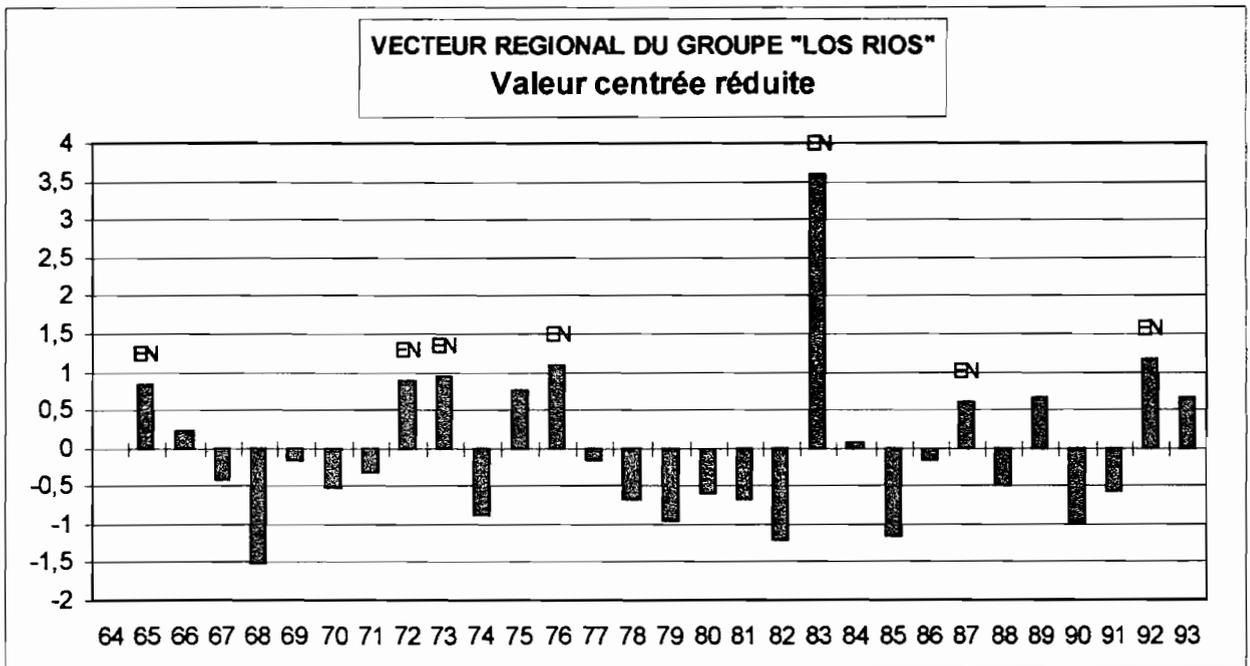


Années excédentaires : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1992

Tous les Niños de la période étudiée correspondent à des années excédentaires, et seule l'année 1975 est excédentaire sans être un Niño.

Sur les trente ans de la période d'étude, on peut dire que toutes les années excédentaires correspondent à des Niños. Nous espérons donc obtenir des résultats satisfaisants pour l'estimation des précipitations en fonction de la température superficielle de l'océan.

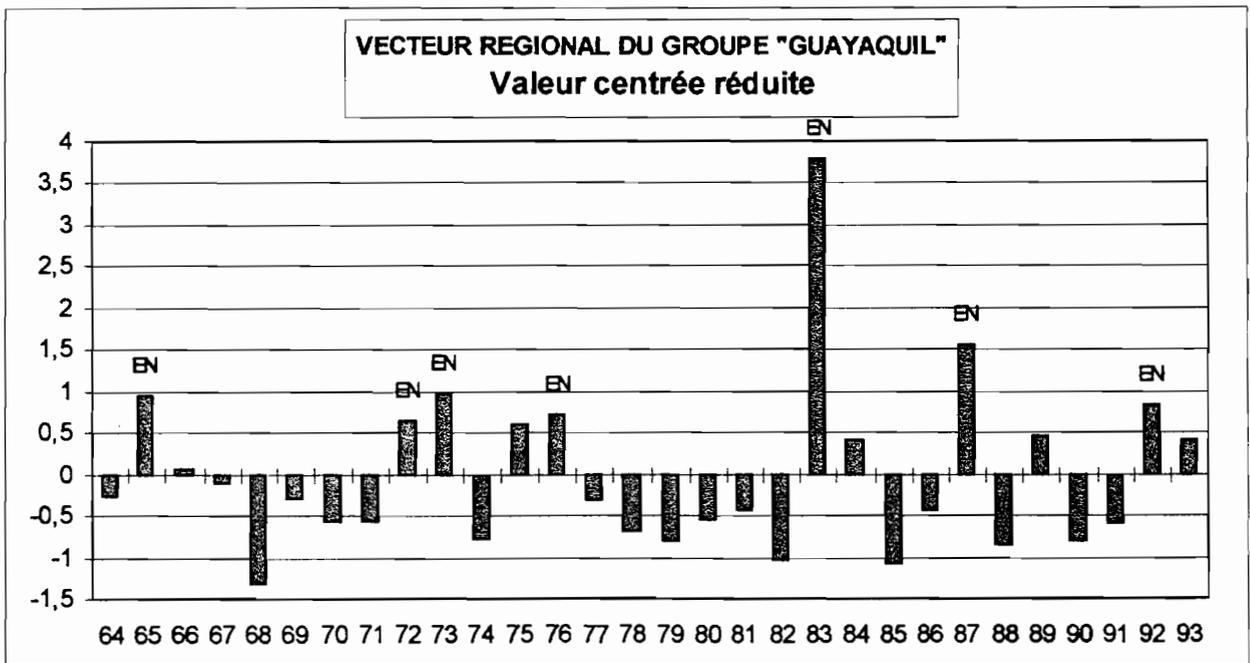
6.1.2 Groupe "Los Ríos"



Années excédentaires : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989, 1992, 1993

Tous les Niños de la période correspondent à des années excédentaires. Mais l'existence de trois années, aux totaux supérieurs à la moyenne, ne correspondant pas à des Niños, laisse penser que le phénomène n'est pas l'unique origine de précipitations excédentaires. Les totaux de ces années là sont inférieurs à ceux des années Niños.

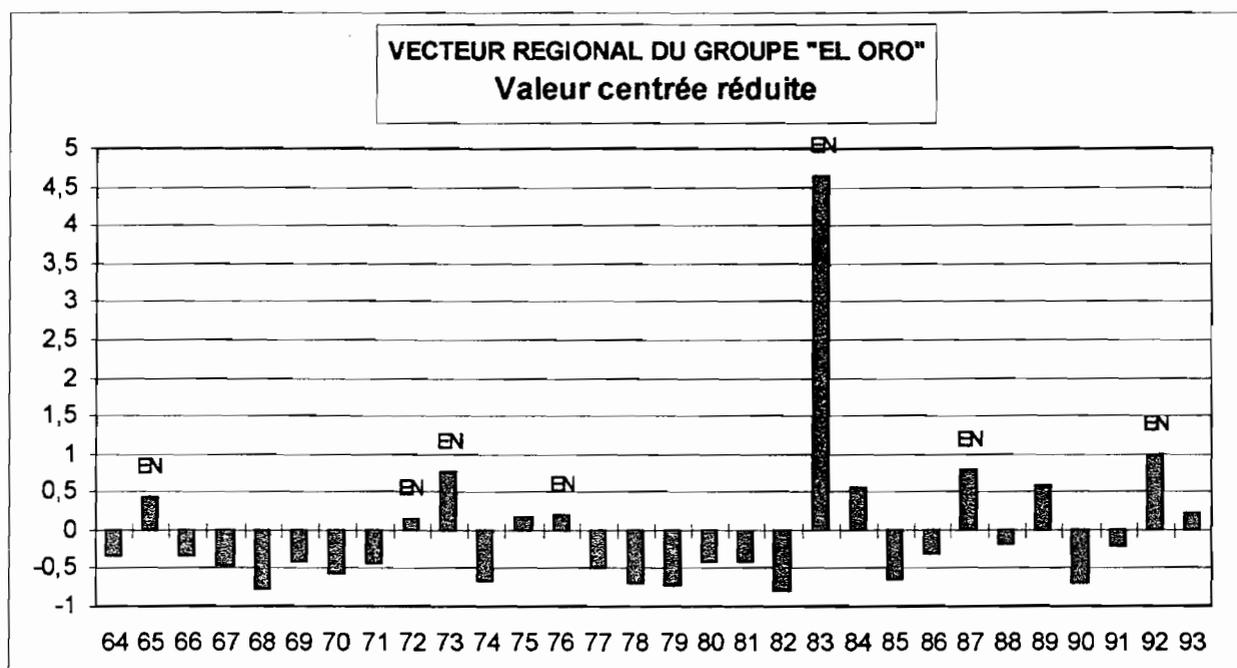
6.1.3 Groupe "Guayaquil"



Années excédentaires : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1992

Tous les Niños de la période étudiée correspondent à des années excédentaires. Mais l'existence de quatre années aux totaux nettement supérieurs à la moyenne ne correspondant pas à des Niños, laisse penser qu'ici aussi le phénomène n'est pas l'unique origine de précipitations excédentaires. Nous remarquerons que, à l'exception de 1984, se sont les mêmes années que pour le groupe "Los Ríos". Les totaux de ces années là sont inférieurs à ceux des années Niños.

6.1.4 Groupe "El Oro"

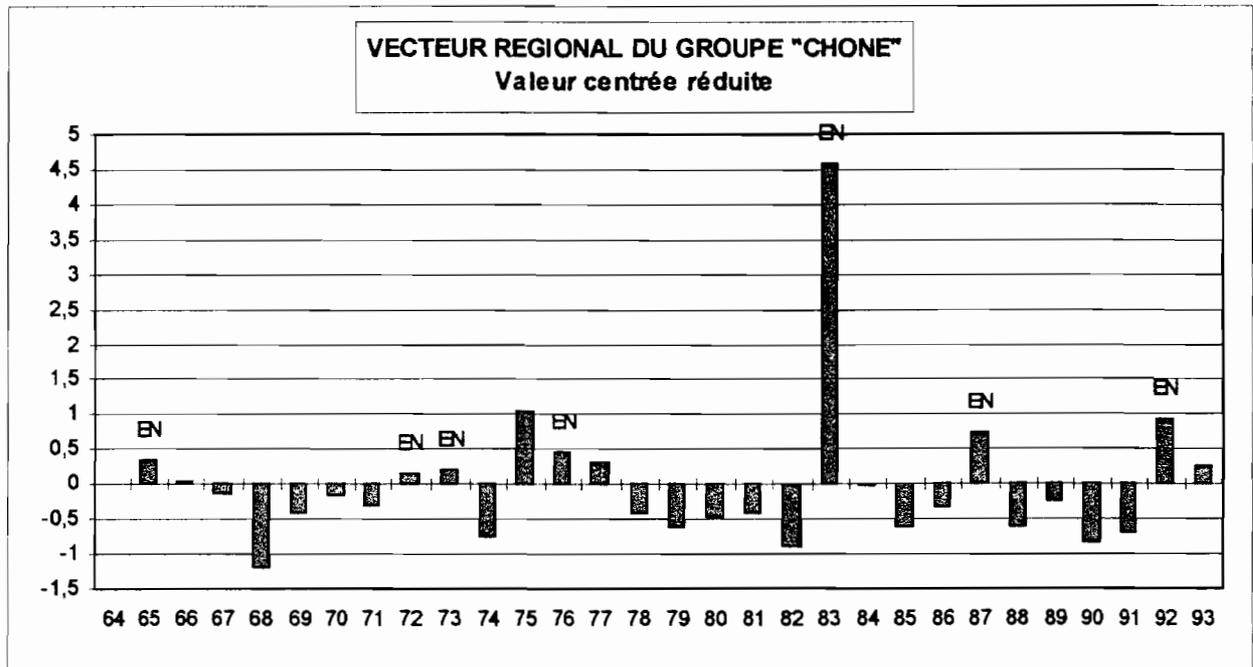


Années excédentaires : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1984, 1987, 1989, 1992, 1993

Pour ce groupe où le Niño de 1983 est exceptionnellement prononcé, nous avons considéré comme années excédentaires, les années dont le total pluviométrique est supérieur à la moyenne.

Tous les Niños correspondent à des excès pluviométriques, même si 1972 et 1976 ne sont que faiblement excédentaires, ceci est en partie dû à la valeur extrêmement forte de 1983. Et quatre années sont excédentaires sans être des Niños. Nous remarquerons que ce sont les mêmes que dans le groupe de "Guayaquil".

6.1.5 Groupe de "Chone"

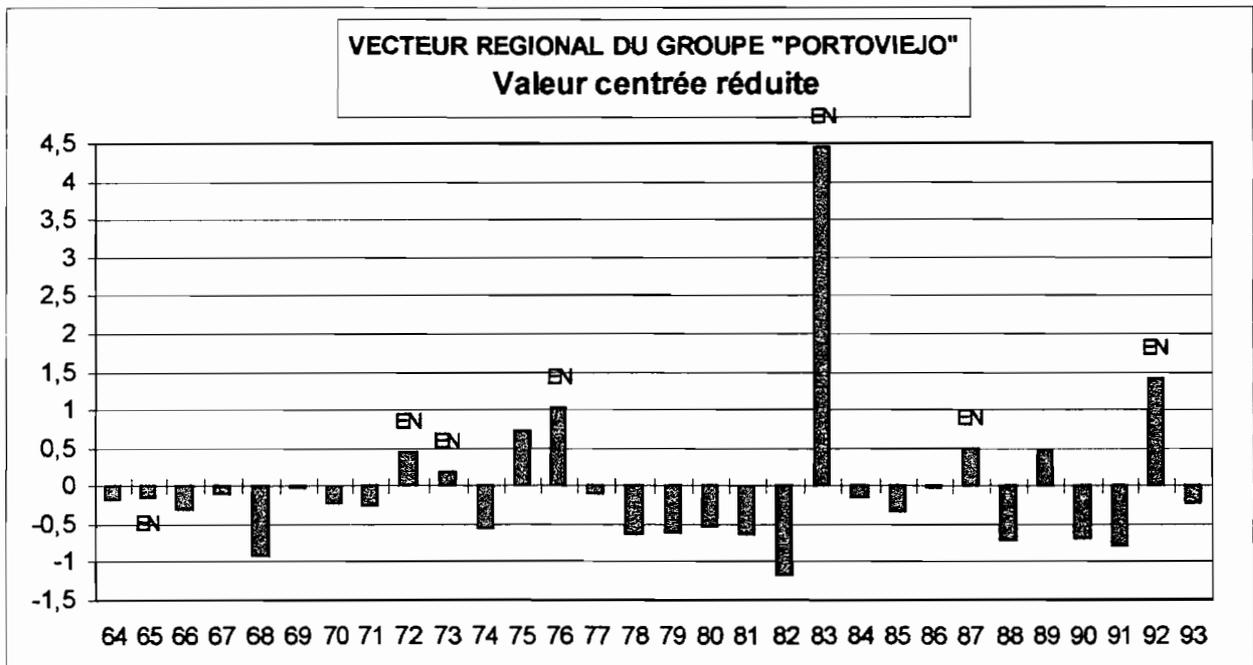


Années excédentaires : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1977, 1983, 1987, 1992, 1993

Pour ce groupe, nous avons aussi considéré comme années excédentaires les années dont la pluviométrie est supérieure à la moyenne.

Tous les Niños correspondent à des excès pluviométriques, même si 1972 et 1973 que faiblement, et trois années sont excédentaires sans être des Niños.

6.1.6 Groupe "Portoviejo"



Années excédentaires : 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989, 1992

De la même façon que pour le groupe précédent, nous avons considérée comme années excédentaires, les années dont le total pluviométrique est supérieur à la moyenne. A l'exception de celui de 1965 qui correspond à un léger déficit, tous les Niños correspondent à des excès pluviométriques, et seules les années 1975 et 1989 sont excédentaires sans être des Niños.

6.1.7 Groupe "Manta-Jipijapa"

Pour cette région où il n'a pas été possible d'établir un vecteur régional, l'analyse des séries chronologiques des stations, permet de faire plusieurs observations :

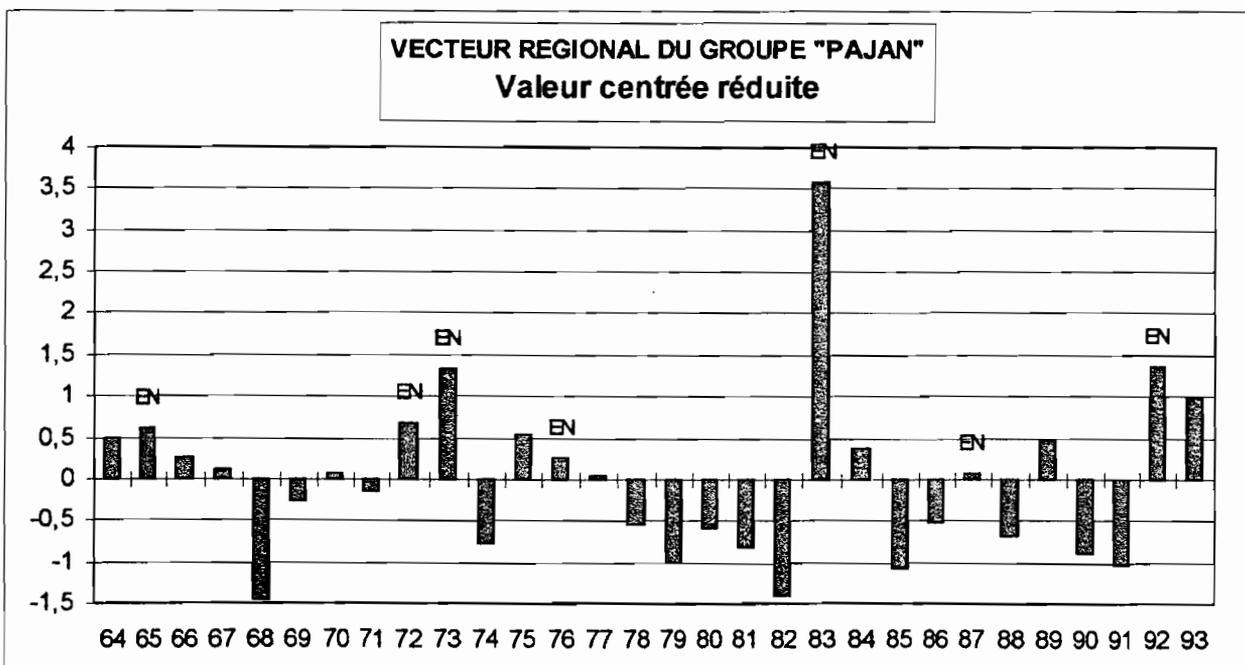
- Les années dont la pluviométrie est excédentaire sont 1965, 1972, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989 et 1992.
- A l'exception du Niño de 1973 qui correspond à une année de pluviométrie moyenne, tous les Niños de la période correspondent à un excès de pluie, et seules deux autres années présentent des anomalies positives.

6.1.8 Groupe "Zapotal"

Ici aussi, l'analyse des chroniques nous permet de faire plusieurs observations :

- Les années dont la pluviométrie est excédentaire sont : 1965, 1967, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989 et 1992.
- A l'exception de 1967 et 1973, ces années sont les mêmes que celle du groupe précédent qui lui est limitrophe au Nord. Les sept Niños de la période correspondent à un excès de pluie, et trois autres années présentent des anomalies positives.

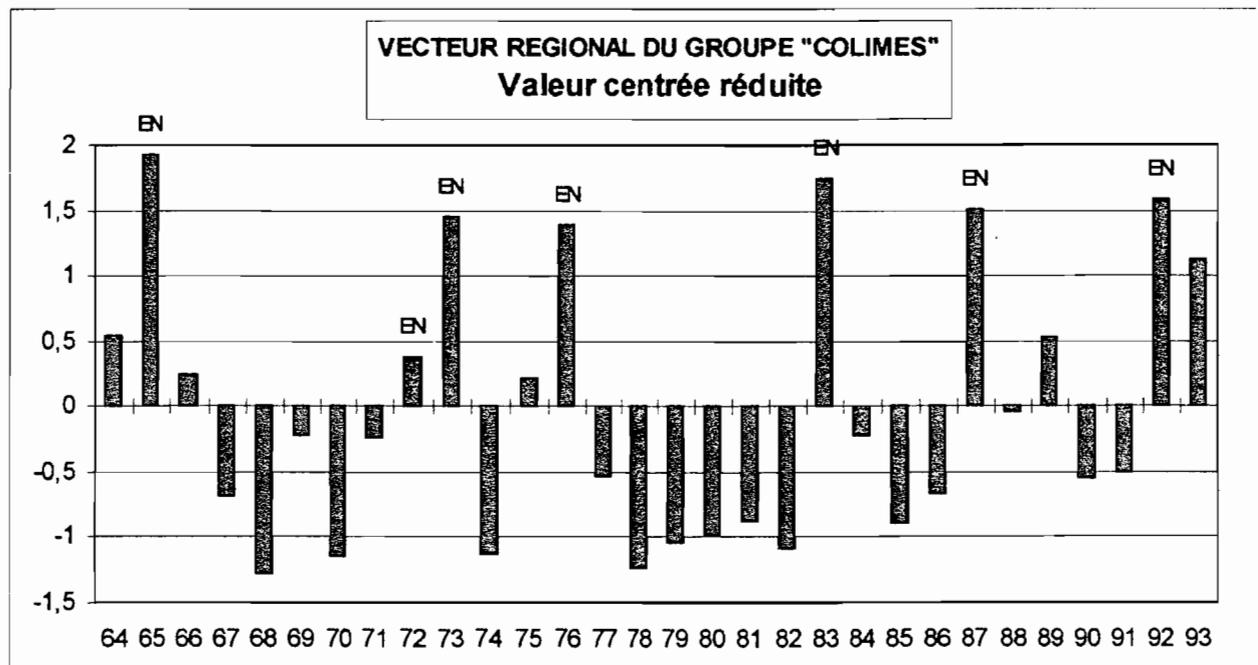
6.1.9 Groupe "Pajan"



Années excédentaires : 1964, 1965, 1972, 1973, 1975, 1983, 1989, 1992, 1993

Cinq des neuf années excédentaires correspondent à des Niños, et à l'exception de 1993 ce sont les cinq plus fortes de la période. Mais il semble que le Niño ne soit pas l'unique phénomène à l'origine de précipitations excédentaires, d'autant que les Niños de 1976 et 1987 ne sont que légèrement supérieurs à la moyenne.

6.1.10 Groupe "Colimes"

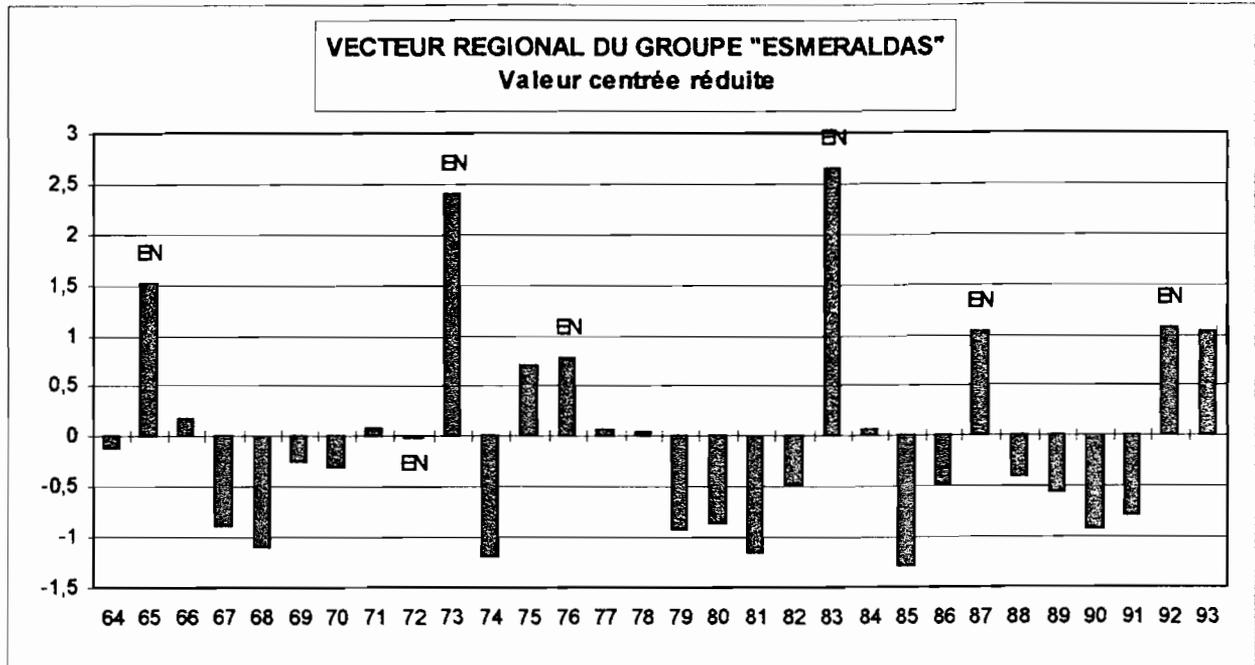


Années excédentaires : 1965, 1973, 1976, 1983, 1987, 1992, 1993

Le Niño de 1983 ne correspondant pas ici à une année excédentaire exceptionnelle, nous avons considéré comme année excédentaire les années pour lesquelles la valeur centrée réduite du vecteur est supérieure à 1.

Six des sept années excédentaires sont des Niños, seul celui de 1972 ne correspond pas à un excès prononcé. Il semble donc que le phénomène soit la principale origine des pluies excédentaires dans ce groupe.

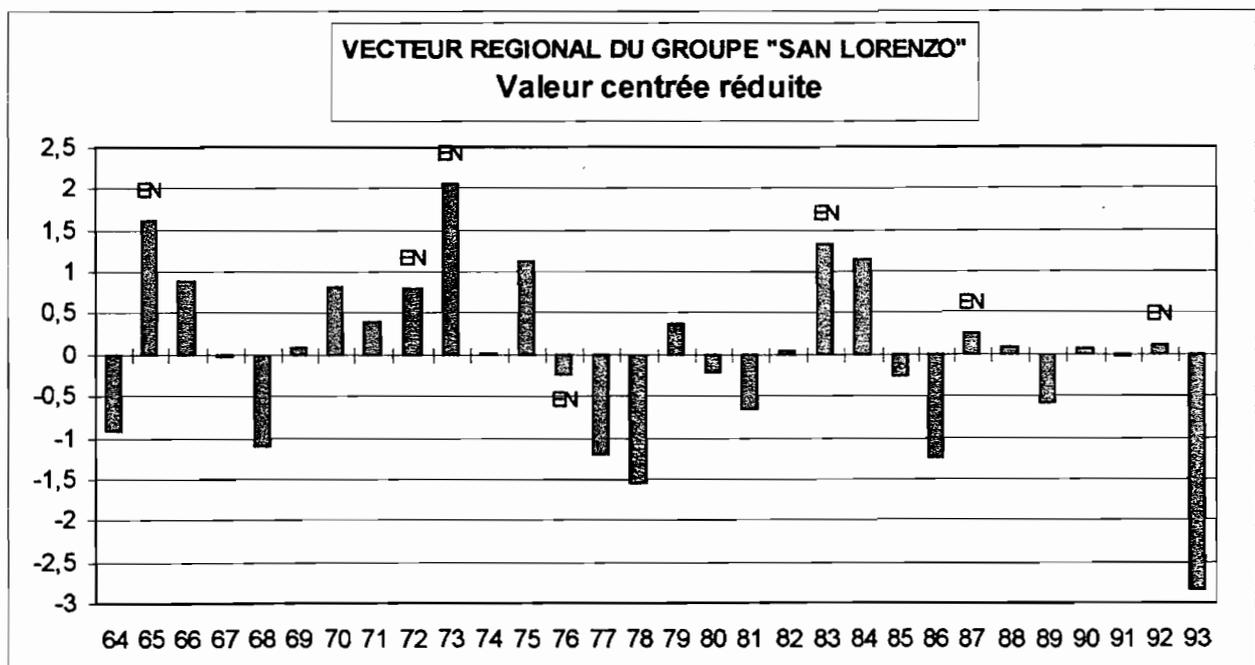
6.1.11 Groupe "Esmeraldas"



Années excédentaires : 1965, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1992, 1993

A l'exception de celui de 1972 qui correspond à un total pluviométrique moyen, tous les Niños correspondent à des excès pluviométriques, et seules les années 1975 et 1993 sont excédentaires sans correspondre à un Niño. Ce groupe répond donc de manière sensible au phénomène. Nous remarquerons que le Niño de 1983 correspond ici à un excès pluviométrique important, mais non exceptionnel.

6.1.12 Groupe "San Lorenzo"

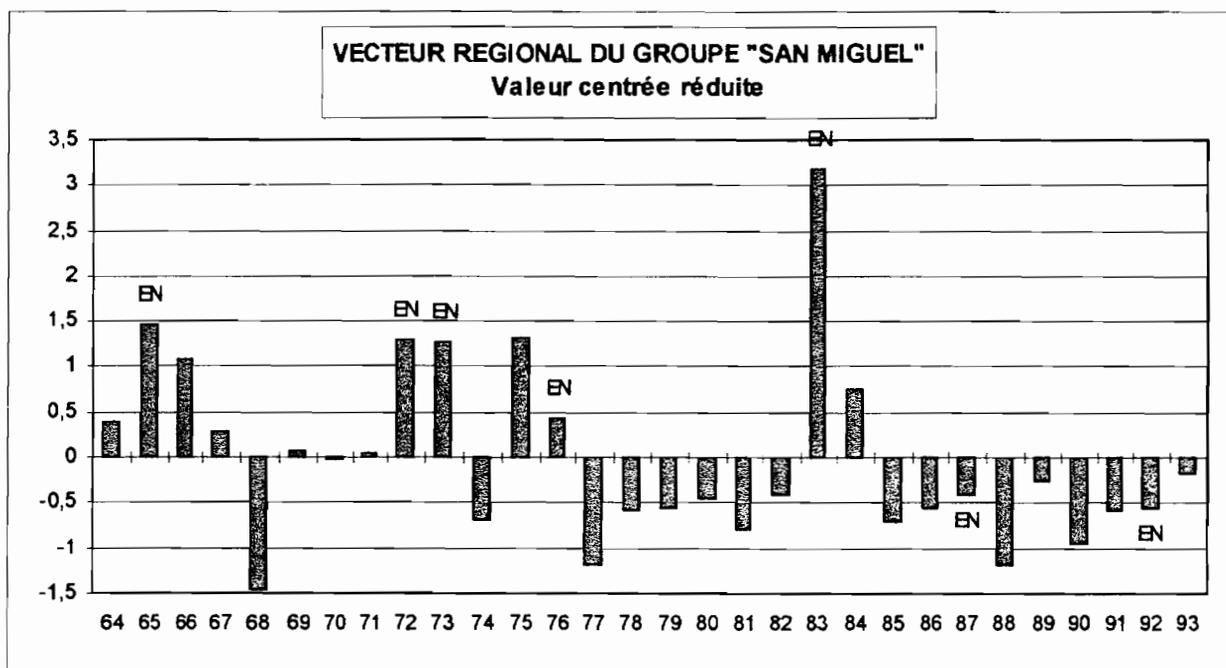


Années excédentaires : 1965, 1966, 1970, 1972, 1973, 1975, 1983, 1984

Les Niños de 1976, 1987 et de 1992 correspondent à des années dont les totaux pluviométriques annuels sont proches de la moyenne. Le léger déficit pluviométrique correspondant au Niño de 1976 est généralisé à l'ensemble du secteur. Les quatre autres "Niño" correspondent à des excès importants, mais il existe quatre années excédentaires qui ne correspondent pas à des "Niño".

Ce groupe ne semble donc pas répondre de manière systématique aux Niños, qui n'est pas le seul phénomène climatique à l'origine des précipitations excédentaires.

6.1.13 Groupe "San Miguel"



Années excédentaires : 1965, 1966, 1972, 1973, 1975, 1983, 1984

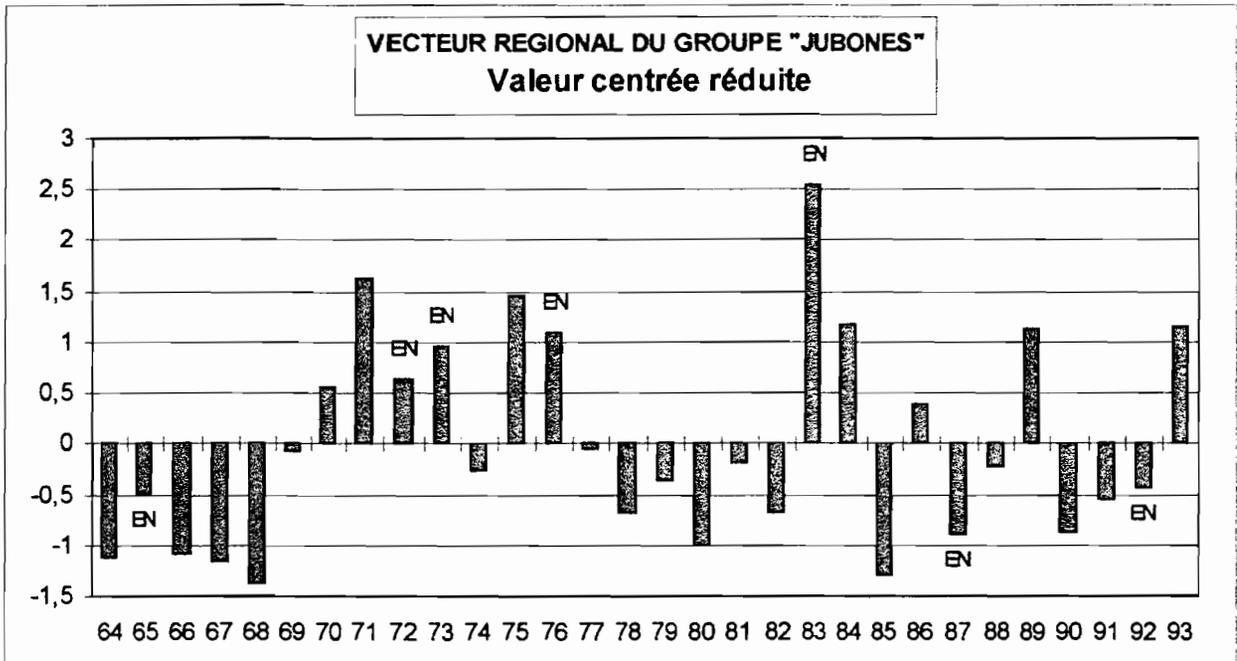
Seulement quatre des ces sept années correspondent à des Niños, et surtout les deux derniers Niños de 1987 et 1992 correspondent à des années légèrement déficitaires, et celui de 1976 correspond à un excès modéré.

Ce groupe ne semble donc pas répondre de manière systématique aux Niños, et il n'est pas le seul phénomène à l'origine des précipitations excédentaires. En effet trois des Niños de la période correspondent à des années de pluviométrie moyenne et trois des années excédentaires ne correspondent pas à des Niños.

Nous remarquerons que les trois "Niño" qui ne correspondent pas à des excès pluviométriques pour ce groupe, sont identiques à ceux qui n'ont pas entraîné de pluies excédentaires pour le groupe de San Lorenzo.

6.2 La Sierra

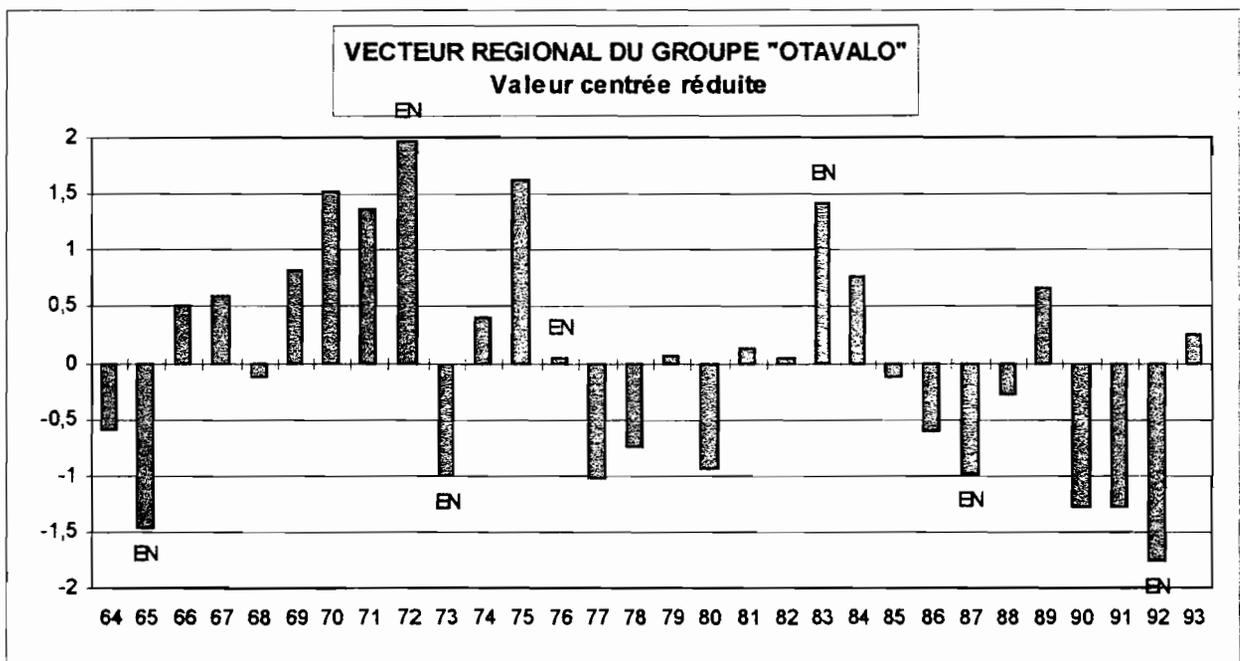
6.2.1 Groupe "Jubones"



Années excédentaires : 1970, 1971, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1984, 1989, 1993

Le "Niño" de 1983 correspond au total pluviométrique le plus fort de la période, mais des six "Niño" restant trois correspondent à des excès supérieurs à un demi-écart type et trois à des déficits proche ou supérieur à un demi-écart type. La pluviométrie annuelle de ce secteur n'est donc visiblement pas directement liée aux Niños.

6.2.2 Groupe "Otavalo"

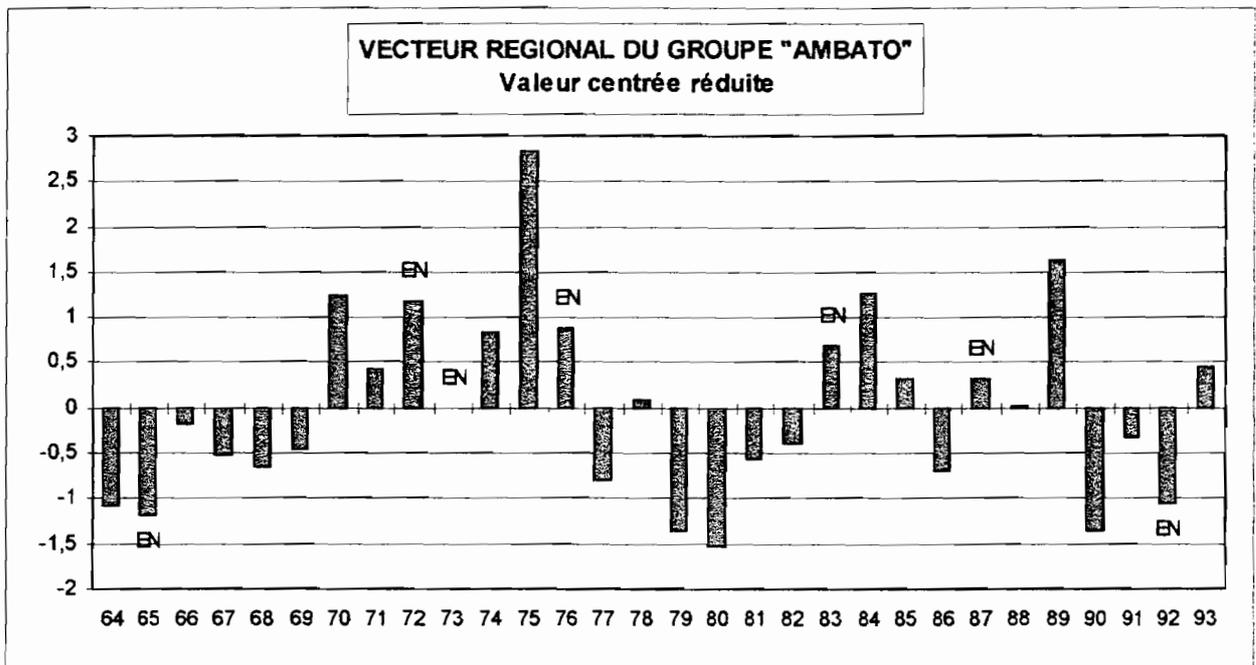


Années excédentaires : 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1975, 1983, 1984, 1989

Quatre des années Niños correspondent à des déficits pluviométriques annuels supérieurs ou égal à un écart type, deux à un excès supérieur à un écart type et un à un total annuel proche de la moyenne.

Il n'apparaît donc pas de relation entre une anomalie positive de la température superficielle de l'océan au large des côtes de l'Equateur et le total pluviométrique annuel de ce groupe.

6.2.3 Groupe "Ambato"

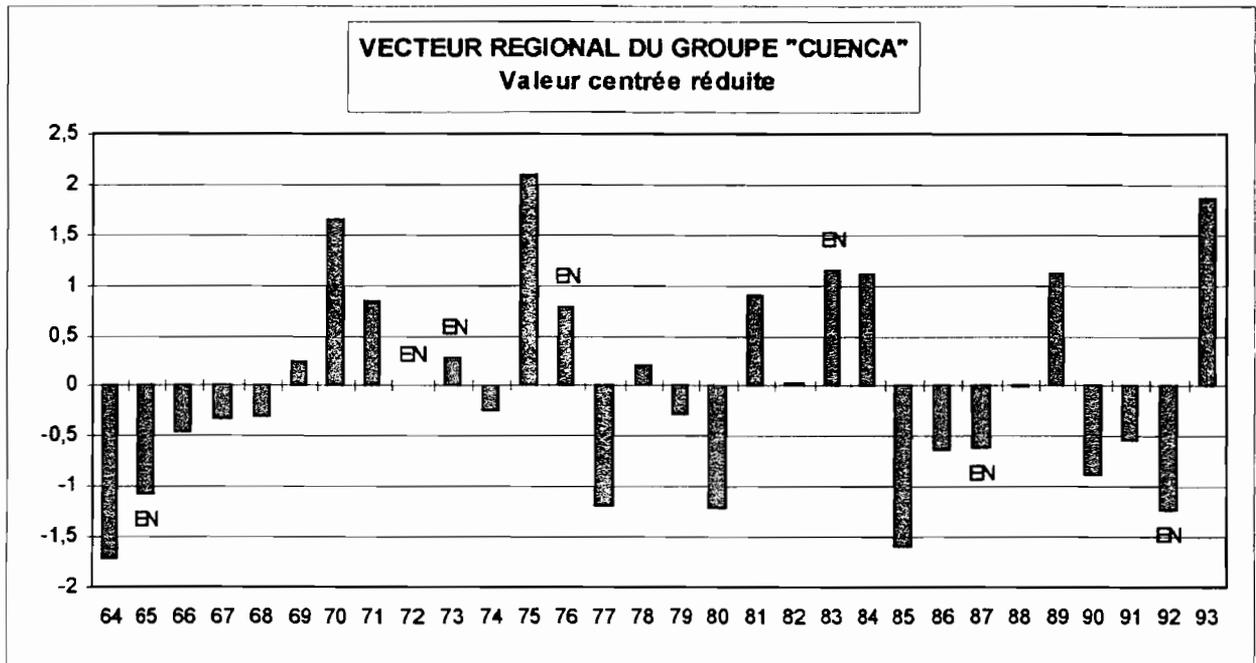


Années excédentaires : 1970, 1972, 1974, 1975, 1976, 1983, 1984, 1989

Trois des années Niños correspondent à des excès pluviométriques annuels supérieurs à un demi-écart type mais ce ne sont pas les plus importants, deux à des déficits supérieurs à un écart type et deux à des totaux annuels proches de la moyenne.

Il n'apparaît donc ici aussi, aucune relation claire entre l'occurrence d'un Niño et le total pluviométrique annuel de ce groupe.

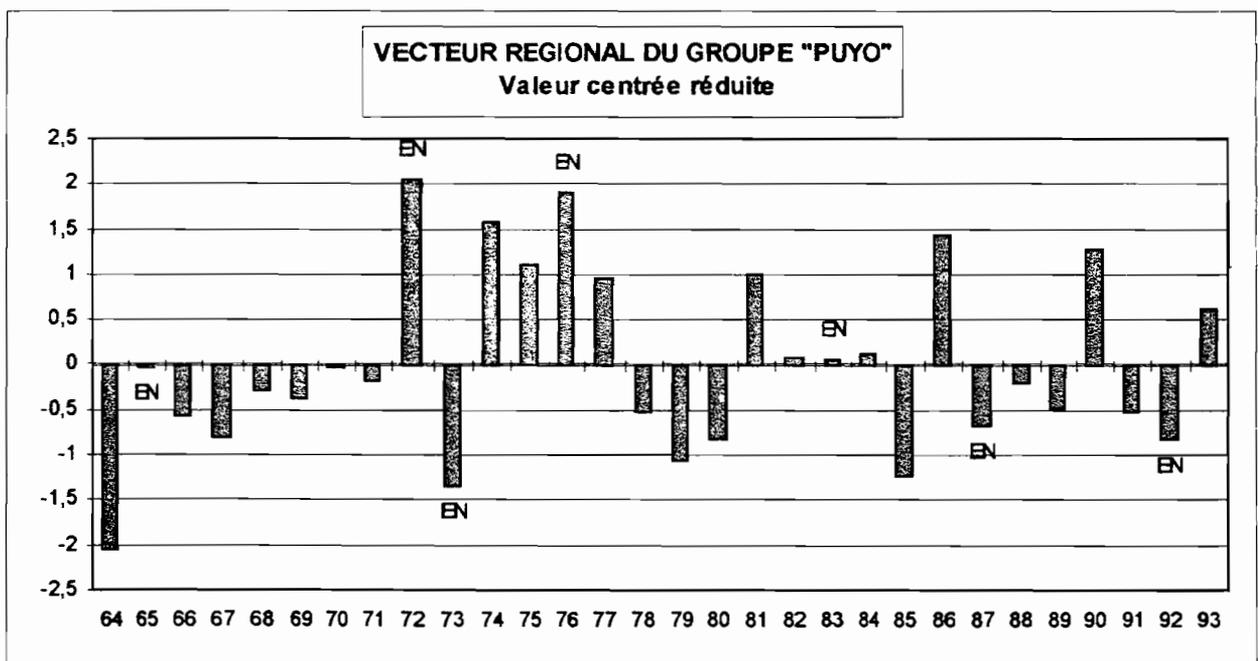
6.2.4 Groupe "Cuenca"



Années excédentaires : 1970, 1971, 1975, 1976, 1981, 1983, 1984, 1989, 1993

Deux des années Niños correspondent à des excès pluviométriques annuels supérieurs à un demi-écart type mais ce ne sont pas les plus importants, trois à des déficits supérieurs à un demi-écart type et deux à des totaux annuels proches de la moyenne. Il n'apparaît donc ici aussi, aucune relation claire entre l'occurrence d'un Niño et le total pluviométrique annuel de ce groupe.

6.3 L'Amazonie, groupe "Puyo"



Années excédentaires : 1972, 1974, 1975, 1976, 1977, 1981, 1986, 1990, 1993

Deux des années Niños correspondent à des excès pluviométriques annuels supérieurs à un écart type et demi qui sont les plus forts de la période, trois à des déficits supérieurs à un demi-écart type et deux à des totaux annuels proches de la moyenne.

Il n'apparaît donc ici aussi, aucune relation claire entre l'occurrence d'un Niño et le total pluviométrique annuel de ce secteur.

7. Comparaison de la réponse des groupes aux Niños

Nous avons reporté dans le tableau suivant les caractéristiques générales de chaque groupe comprenant la zone géographique du groupe, le nombre de Niños correspondant à des excédents de pluie sur les sept qui comprend la période 1964 à 1993 (Nbre d'années Niños excédentaires), le nombre d'années dont le total pluviométrique est excédentaire qui ne correspondent pas à des Niños (Nbre d'années excédentaires. non-Niños), la représentativité du vecteur régional (Représentativité du vecteur régional) et le secteur dont fait partie le groupe (secteur).

Zone géographique	Groupe	Nbre d'années Niños excédentaires	Nbre d'années excédentaires non-Niños	Secteur
C ô t e	Santo Domingo	7	1	1
	Los Ríos	7	3	2
	Guayaquil	7	4	2
	El Oro	7	4	2
	Chone	7	3	3
	Portoviejo	6	2	3
	Manta - Jipijapa	6	2	3
	Zapotal	7	3	3
	Pajan	5	4	4
	Colimes de Balzar	6	1	5
	Esmeraldas	6	2	5
	San Lorenzo	4	4	6
	San Miguel	4	3	6
	Sierra	Jubones	4	6
Otavalo		2	8	8
Ambato		3	5	8
Cuenca		2	7	8
Amazonie	Puyo	2	7	8

Nous avons réparti les dix-huit groupes en huit sous-ensembles ou secteurs, de celui présentant la meilleure relation "Niño" / "excès pluviométrique" à celui où ils sont indépendants :

Secteur 1 : groupe "Santo Domingo"

Les sept Niños de la période correspondent à un excès des totaux pluviométriques annuels significatif, celui de 1983 étant nettement plus marqué que les autres. Et seule l'année 1975 est légèrement excédentaire sans correspondre à un Niño.

Nous pouvons quasiment dire que la relation "El Niño"/"pluviométrie excédentaire" est toujours vérifiée.

Secteur 2 : groupes "Los Ríos", "Guayaquil" et "El Oro"

Les sept Niños de la période correspondent ici aussi à un excès des totaux pluviométriques annuels significatif, celui de 1983 étant aussi nettement plus marqué que les autres. Et les années 1975 et 1989 sont excédentaires sans correspondre au

phénomène. La différenciation des groupes ne se fait que pour les années excédentaires ne correspondant pas à des Niños. L'année 1993 pour le groupe "Los Ríos" au Nord, 1984 et 1993 pour "Guayaquil" au centre, et 1984 pour "El Oro" au Sud. On observe ici la transition progressive nord-sud de ce secteur.

Ces trois groupes présentent une réponse positive marquée aux Niños. Le phénomène paraît être la plus importante cause d'excédents pluviométriques annuels, les années excédentaires ne lui correspondant pas étant généralement moins fortes.

Secteur 3 : groupes "Chone", "Portoviejo", "Manta-Jipijapa" et "Zapotal"

A l'exception de celui de 1965 pour le groupe de "Portoviejo" et celui de 1973 pour "Manta-Jipijapa" qui correspondent à des années dont les pluviométries sont moyennes, tous les Niños correspondent à des totaux pluviométriques supérieurs à la moyenne. Ces groupes se différencient par les années excédentaires ne correspondant pas à des Niños qui sont 1975, 1977 et 1993 pour le groupe "Chone", 1975 et 1989 pour "Portoviejo" et "Manta-Jipijapa", 1967, 1975 et 1989 pour "Zapotal".

Dans ce secteur où les totaux pluviométriques annuels sont plus faibles, le Niño de 1983 a eu un impact très marqué, masquant un peu l'importance des anomalies des autres années. Ce secteur se différencie du précédent principalement par certaines années excédentaires qui ne correspondent pas à des Niños et par le caractère vraiment exceptionnel du Niño de 1983.

Secteur 4 : groupe "Pajan"

La chronologie des totaux pluviométriques du groupe de "Pajan" ne se rapproche d'aucune autre. Le Niño de 1983 correspond ici aussi à un excès pluviométrique très marqué, et ceux de 1965, 1972 et 1992 à des années excédentaires. Alors que les Niños de 1976 et 1987 correspondent qu'à des années de pluviométrie moyenne. Les années excédentaires de 1964, 1975, 1989 et 1993 ne correspondent pas à des Niños.

Il se différencie des secteurs précédents par une moins bonne relation "El Niño" / "pluviométrie excédentaire".

Secteur 5 : groupes "Colimes" et "Esmeraldas"

A l'exception de celui de 1972 qui correspond à une année moyenne, tous les Niños correspondent à des excès pluviométriques, celui de 1983 n'est pas ici exceptionnel. L'année 1993 est excédentaire pour les deux groupes, et 1975 seulement pour "Esmeraldas".

Ce secteur se différencie principalement des précédents par le fait que l'année 1983 ne présente pas un caractère exceptionnel et par la non correspondance du Niño de 1972 avec un excès pluviométrique significatif.

Secteur 6 : groupes "San Lorenzo" et "San Miguel"

Pour ces groupes du nord de l'Equateur, quatre Niños (1965, 1972, 1973 et 1983) correspondent à des années dont les totaux pluviométriques sont excédentaires et trois (1976, 1987 et 1993) à des années proche de la moyenne.

Les années de précipitations maximales ont tendance à correspondre à des Niños mais ce n'est pas l'unique phénomène climatique responsable des pluies excédentaires. Et trois "Niño" n'ont pas donné suite à des excès pluviométriques.

Secteur 7 : groupe "Jubones"

Il correspond au groupe du versant Pacifique de la Sierra, où l'année 1983 correspond au total pluviométrique le plus fort de la période, mais des six "Niño" restant trois correspondent à des excès supérieurs à un demi-écart type et trois à des déficits proches ou supérieurs à un demi-écart type. La pluviométrie annuelle de ce secteur n'est donc visiblement pas directement liée aux Niños.

Secteur 8 : groupes : "Otavalo", "Ambato", "Cuenca" et "Puyo"

Il correspond à l'ensemble des groupes pour lesquels les totaux pluviométriques annuels n'ont pas de lien apparent avec l'occurrence d'un Niño.

La Figure 6 résume la situation, nous pouvons réduire ces huit secteurs d'influences à cinq grandes zones, une où l'influence de l'ENSO est très forte (secteurs 1 et 2), une où elle est forte (secteurs 3, 4 et 5), une où elle est faible (secteur 6), une où elle n'a été marquée qu'en 1983 (secteur 7) et enfin une où elle n'est pas significative (secteur 8).

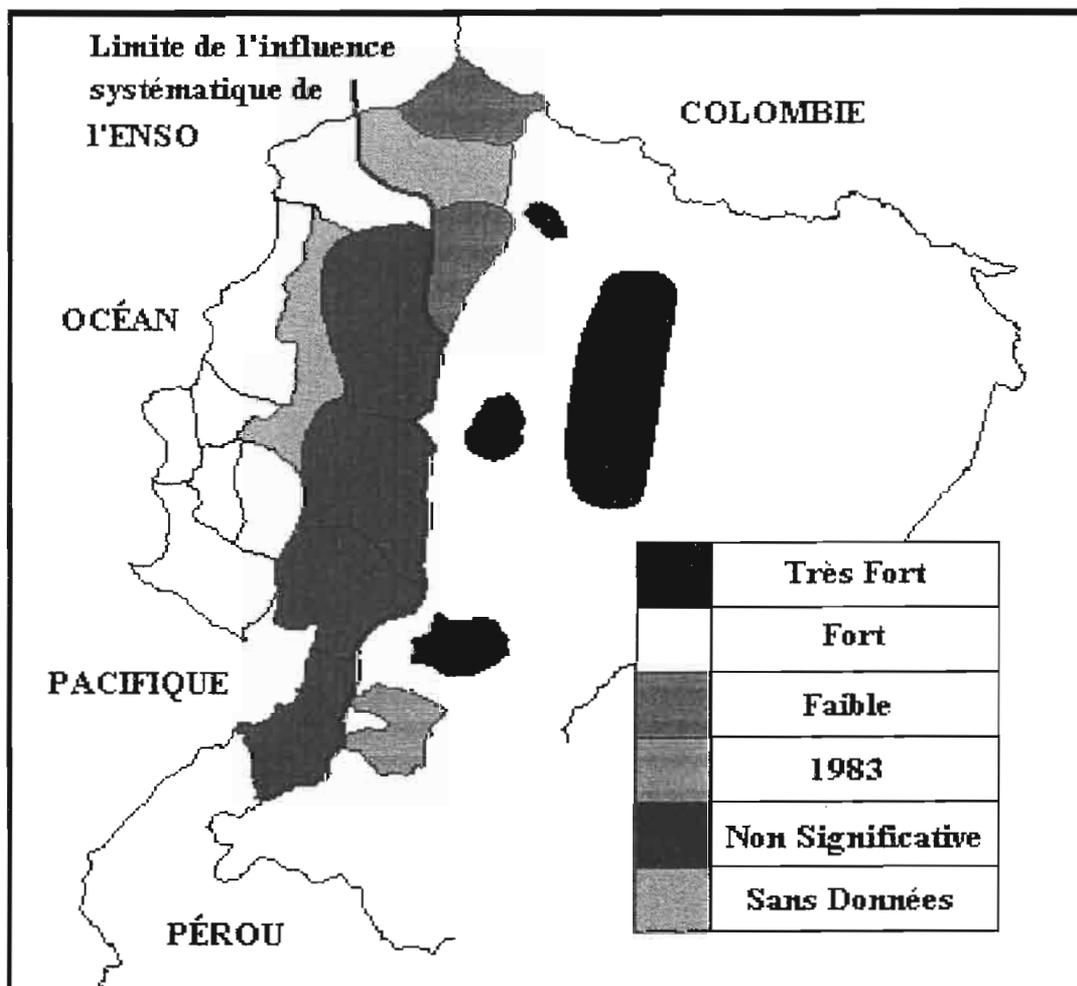


Figure 6 : Niveau de relation entre le "Niño" et les totaux pluviométriques annuels et limite de l'influence systématique de l'ENSO sur la pluviométrie annuelle.

Plusieurs auteurs ont étudié l'impact de l'ENSO sur la pluviométrie et les écoulements à l'échelle de l'Amérique du sud (Aceituno 1988, Kouski et Ropelewski 1989, Rogers 1988, etc.) ou de la planète (Ropelewski et Halpert 1989, etc.), mais dans ces études, le secteur compris entre le Pérou et la Colombie restait indéfini. Il a été démontré que l'ENSO provoque une augmentation des débits des rivières du Nord-Ouest péruvien (Caviedes y Waylen 1987) et une diminution en Colombie centrale (Aceituno 1995). Cependant, la limite entre ces deux influences antagonistes reste indéfinie. La présente étude a permis de préciser la **limite de l'influence directe du Niño** sur les excès pluviométriques de l'Equateur. Elle correspond aux reliefs de la Sierra à l'Est et se situe entre les groupes "Esmeraldas" et "San Lorenzo" au Nord à approximativement un degré de latitude Nord (Figure 6).

8. Conclusion

Nous avons réalisé une **critique des données pluviométriques**, préalable nécessaire à l'utilisation des totaux annuels de chaque station. Nous concentrerons la poursuite de nos travaux sur trois secteurs, pour lesquels nous savons, aujourd'hui, que nous pouvons compter avec une information pluviométrique fiable et consistante. Nous travaillerons avec les groupes "Santo Domingo", "Los Ríos" et "Guayaquil" où la liaison "Niño" excès pluviométrique est la meilleure.

Un résultat intéressant, est la constitution des vecteurs régionaux qui sont des séries chronologiques d'**indices pluviométriques sans lacunes** de 1964 à 1993, ce qui n'est malheureusement pas le cas pour l'information pluviométrique de base. Nous veillerons à n'utiliser que les vecteurs régionaux que nous savons représentatifs de leur groupe et calculés avec au moins cinq stations. Ceux qui correspondent à des groupes moyennement homogènes ou constitués par peu de stations, ne seront employés qu'en ultime instance et à titre de comparaison.

Ce travail nous a permis de diviser le littoral de l'Equateur en **treize groupes de pluviomètres**. Ce zonage se différencie des antérieurs (Pourrut 1994) par le fait que le paramètre déterminant est l'**évolution chronologique** des totaux pluviométriques annuels et non la valeur moyenne de ces totaux. Nous avons choisi d'utiliser ce mode d'approche car il est le plus approprié à l'analyse de l'évolution de la pluviométrie annuelle.

L'influence du phénomène climatique "El Niño" sur les régimes pluviométriques du littoral était notoire. Tout le monde à encore en mémoire les conséquences dramatiques du "Niño" absolument exceptionnel de 1983 (Barber et Chavez 1983, Caviedes 1984, Pourrut 1984).

Ce zonage a permis de préciser les différents secteurs d'impact analogue de l'ENSO sur les totaux pluviométriques annuels de l'Equateur (Figure 6, page 51). Nous avons confirmé la plus grande **importance relative du phénomène sur les précipitations excédentaires** de la plaine du Guayas et des zones relativement arides que sont El Oro, la péninsule de Santa Helena et le versant ouest du relief côtier. Nous avons aussi montré le peu d'influence du phénomène sur les totaux pluviométriques annuels de la Sierra et de l'Amazonie.

De plus, cette étude a permis de mettre en évidence un fait nouveau inattendu. Il est surprenant de constater que le secteur de "**Santo Domingo**", proche de la limite nord de la zone d'influence systématique du Niño et éloigné de la côte, soit la zone où l'**impact du "Niño"** sur les régimes pluviométriques annuels est le plus fort, car l'occurrence d'un Niño y implique systématiquement un excès pluviométrique, et inversement un excès pluviométrique correspond systématiquement à l'occurrence d'un Niño. Nous rappellerons cependant que cette étude est réalisée avec une période de trente ans comprenant seulement sept "Niño".

Cette étude a permis de déterminer la limite de l'influence directe du Niño sur les excès pluviométriques en l'Equateur. Elle est délimitée par les reliefs de la Sierra à l'Est et se situe entre les groupes "Esmeraldas" et "San Lorenzo" au Nord. Avec des données du Sud de la Colombie nous essayerons de déterminer précisément où s'inverse l'influence de l'ENSO.

9. Bibliographie

- ACEITUNO P. 1995. Los eventos ENSO y la variabilidad del clima en los Andes centrales. In Aguas, Glaciares y Cambios Climaticos en los Andes Tropicales, Seminario internacional, La Paz, 13 - 16 de junio 1995.
- BARBER R.T. et CHAVEZ F.P. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science* 222, 1203-1210.
- BRUNET-MORET Y. 1977. Test d'homogénéité. *Cahier ORSTOM, Série Hydrologie*, 14, 2, 119-128.
- BRUNET-MORET Y. 1979. Homogénéisation des précipitations. *Cahier ORSTOM, Série Hydrologie*, 16, 3-4, 147-170.
- CAVIEDES, C. N. 1984. El Niño 1982-83. *Geogr. Rev.* 74: 267-290.
- CAVIEDES C.N. y WAYLEN P.R. 1987. El Niño y crecidas anuales en los ríos del norte del Perú. *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 16, 1 - 2, 1 - 19.
- CEOS. 1994. COADS on CD-ROM, volume 5 : Eastern Pacific, a product from the Climate and Eastern Ocean Systems (CEOS) program. ORSTOM-NOAA.
- KOUSKY V.E. et ROPELEWSKI C.F. 1989. Extremes in the Southern Oscillation and their relationship to precipitation anomalies with emphasis on the South American region. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 4, 2, 351-363.
- LE GOULVEN P. et ALEMAN M. 1991. Logiciel CLIMAN (Climatic monthly analysis) de traitement des données contenues dans la banque hydroclimatique BHIME.
- LE GOULVEN P., ALEMAN M. et ORSONO I. 1988. Homogeneización y regionalización pluviométrica por el método del vector regional. Com. Vº congrès équatorien d'hydraulique, Quito, 23-26 XI 88. (espagnol, français), 59-83.
- LE GOULVEN P. et TERRAN G. 1992. BHIME, Banque de données hydroclimatique mensuelle pour l'ensemble du réseau Equatorien.
- MEJIA R., ONTANEDA G., ROSSEL F. et CACERES L. 1995. Homogeneización y regionalización de la pluviometría annual en la cuenca del río Paute. INAMHI, 40 pp.
- MOLINARO D. 1995. Homogeneisation et critique des données pluviométrique. Modélisation pluie-débit sur un grand bassin versant. Rapport de stage de fin d'étude, Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier. 45 pp. + annexes.
- NOUVELOT J.F., LE GOULVEN P. et POURRUT P. 1994. Analyse statistique et régionalisation des précipitations en Equateur. In L'eau en Equateur, principaux acquis en hydroclimatologie, ORSTOM Editions, 42-86.
- POURRUT P. 1984. El Niño. Phénomène océanique et atmosphérique. Importance en 1982-1983 et impact sur le littoral équatorien. ORSTOM éditions, série hydrological, 11, 1, 39-65
- POURRUT P. 1994. Climat de l'Equateur. In L'eau en Equateur, principaux acquis en hydroclimatologie, ORSTOM Editions, 30-41.
- ROGERS J.C. 1988. Precipitation variability over the Caribbean and tropical Americas associated with the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, 1, 172-182.
- ROPELEWSKI C.F. et HALPERT M.S. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 1606-1626.
- SEMIOND H. 1995. Régionalisation des pluies en Equateur et estimation des excès pluviométriques en relation avec les événements "El Niño". Rapport de stage de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy. 23 pp. + annexes

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	2
1. OBJECTIF	3
2. DEFINITION PRELIMINAIRE	3
3. DONNEES UTILISEES	4
4. METHODE UTILISEE	5
4.1 Bases théoriques	5
4.2 Mise en oeuvre	6
4.2.1 Regroupement initial des stations	6
4.2.2 Première critique des données	6
4.2.3 Calcul du vecteur régional	8
4.2.4 Extension des vecteurs à 30 ans	8
4.3 Répartition des stations en classes de qualité	9
5. REGIONALISATION	10
5.1 La côte	12
5.1.1 Groupe "Santo Domingo"	12
5.1.2 Groupe "Los Ríos"	13
5.1.3 Groupe "Guayaquil"	15
5.1.4 Groupe "El Oro"	17
5.1.5 Groupe de "Chone"	18
5.1.6 Groupe "Portoviejo"	20
5.1.7 Groupe "Manta-Jipijapa"	21
5.1.8 Groupe "Zapotal"	21
5.1.9 Groupe "Pajan"	21
5.1.10 Groupe "Colimes"	23
5.1.11 Groupe "Esmeraldas"	24
5.1.12 Groupe "San Lorenzo"	26
5.1.13 Groupe "San Miguel"	27
5.2 La Sierra	29
5.2.1 Groupe "Jubones"	29
5.2.2 Groupe "Otavalo"	30
5.2.3 Groupe "Ambato"	32
5.2.4 Groupe "Cuenca"	33
5.3 L'Amazonie, groupe "Puyo"	35

6. REPONSE DES GROUPES AU "NIÑO"	37
6.1 La côte	37
6.1.1 Groupe "Santo Domingo"	37
6.1.2 Groupe "Los Ríos"	38
6.1.3 Groupe "Guayaquil"	38
6.1.4 Groupe "El Oro"	39
6.1.5 Groupe de "Chone"	40
6.1.6 Groupe "Portoviejo"	40
6.1.7 Groupe "Manta-Jipijapa"	41
6.1.8 Groupe "Zapotal"	41
6.1.9 Groupe "Pajan"	41
6.1.10 Groupe "Colimes"	42
6.1.11 Groupe "Esmeraldas"	43
6.1.12 Groupe "San Lorenzo"	43
6.1.13 Groupe "San Miguel"	44
6.2 La Sierra	45
6.2.1 Groupe "Jubones"	45
6.2.2 Groupe "Otavalo"	45
6.2.3 Groupe "Ambato"	46
6.2.4 Groupe "Cuenca"	47
6.3 L'Amazonie, groupe "Puyo"	47
7. COMPARAISON DE LA REPONSE DES GROUPES AUX NIÑOS	49
8. CONCLUSION	53
9. BIBLIOGRAPHIE	54
TABLE DES MATIERES	55