

Jean-Pierre MOBÈCHE

Homogénéisation et traitement des données pluviométriques de la Martinique par la méthode du vecteur régional

1. TRAITEMENT DES DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES

Les ressources en eau, de surface et souterraines, ne sont pas inépuisables, singulièrement dans un milieu physique insulaire tel que celui de la Martinique. Les dispositifs en eau représentent tout à la fois un potentiel mais aussi des contraintes pour le développement économique.

La gestion des ressources en eau demeure ainsi une préoccupation majeure des Collectivités, d'autant qu'au cours des dernières années sont apparues des limites quantitatives ou géographiques dans les sources d'approvisionnement. La maîtrise de l'eau était l'un des objectifs de la dernière décennie du XX^{ème} siècle, et la Région Martinique a alors décidé de mettre en oeuvre un programme de recherche dans le domaine des eaux de surface et souterraines, en coopération avec l'IRD (ex ORSTOM) et le BRGM.

Une "Evaluation et une informatisation des eaux de surface de la Martinique" a donc été confiée à l'IRD. Un volumineux rapport publié en fin 1997 consacrait l'aboutissement de ce travail. Ce document terminal comporte trois volets principaux et notamment, la constitution de la banque de données "MADIPLUI" où est regroupée toute la pluviométrie de la Martinique, quelle que soit la provenance de l'information (Météo-France, IRD, Agriculture, Usines, Habitations, particuliers, etc.).

L'inventaire des ressources hydriques ainsi que leur gestion rationnelle demandent une excellente connaissance des éléments climatiques, et en particulier de la pluviométrie, puisque c'est bien la pluie qui constitue la "matière première" des ressources en eaux de surface et souterraines. Disposer d'une banque de données pluviométriques qui soient homogènes et fiables est ainsi une étape essentielle. Malheureusement, les données recueillies sont entachées d'erreurs de toute sorte et, de plus, toute absence d'observation en une station et à une date déterminée provoque une lacune dans la banque de données.

L'homogénéisation des données pluviométriques consiste dès lors à détecter et à identifier ces erreurs, puis à les corriger afin de rétablir l'homogénéité de la série de mesures. Du fait que le réseau d'observations est suffisamment dense pour fournir un certain degré de

redundance dans les informations recueillies, ce n'est pas seulement une critique systématique des données qui devient possible mais encore il est envisageable de présenter les mesures de la pluviométrie régionale sous une forme plus synthétique et donc plus facile à prendre en compte dans les applications ultérieures.

La méthode du vecteur régional (MVR) mise au point par Hiez (Directeur de Recherche à l'IRD) est une méthode qui répond à ce double objectif de critique et de synthèse de l'information. C'est cette méthode originale et novatrice que l'ORSTOM (IRD) a utilisée pour aborder et traiter la masse de l'information pluviométrique disponible, de qualité diverse et toujours sujette à caution. Elle consiste à calculer, pour chaque zone climatique pré-identifiée, et sans perte de l'information de base, un indice pluviométrique caractéristique de la zone appelé « Vecteur Régional ». Celui-ci est en quelque sorte la séquence chronologique de pluies annuelles ou mensuelles la plus probable représentative de la zone.

Toutes les données de pluie de la Martinique, du début des observations jusqu'à fin 1992, ont subi la même chaîne de traitements de calcul du VR, de critique et de correction des données.

1.1 ORIGINALITÉ DE LA MÉTHODE

Il s'agit de construire une suite chronologique de précipitations annuelles fictives qui sera le "vecteur des indices annuels de précipitation" d'une station fictive représentative de la zone. Sans vouloir entrer dans les détails théoriques, Hiez (1977) définit ainsi le Vecteur Régional : « une série chronologique synthétique d'indices pluviométriques ou hydrométriques annuels ou mensuels, provenant de l'extraction de l'information la plus probable contenue dans un ensemble de postes d'observation groupés par région ». Deux hypothèses sont à la base du calcul :

- les totaux annuels ou mensuels de stations voisines vérifient la règle de pseudo-proportionalité. En d'autres termes, les variations de la pluviosité à tous les postes sont concomitantes ; ainsi une année humide, ou une année sèche, le sera avec une intensité du même ordre sur la plupart des stations ;
- l'information la plus probable est celle qui se répète le plus fréquemment. Hiez a

Fonds Documentaire IRD
Cote: B * 39895 Ex:

montré qu'il est plus satisfaisant, à de nombreux points de vue, de réduire numériquement les erreurs (au lieu de quantitativement), en astreignant les données à répondre, dans leur majorité, à une norme de qualité (et non en cherchant à minimiser un écart à la moyenne). Le critère utilisé est alors la fréquence.

Le processus d'élaboration est conçu de façon à ce que toute l'information disponible contribue à l'élaboration du vecteur régional sans que les données erronées ne puissent avoir une influence sensible sur le résultat. Le fondement théorique du calcul de ce vecteur régional (Hiez, 1977) permet de faire automatiquement (tel un système expert) une critique objective de chaque poste de mesure, d'en déceler les défauts, les biais systématiques, etc. Au final, grâce au calcul du VR et à l'analyse critique des données qui s'ensuit, le regroupement des stations aussi bien que le réajustement des limites des zones peuvent être effectués à bon escient, sur la base d'une information débarrassée de ses défauts de mesure.

1.2 UTILITÉ DES VECTEURS RÉGIONAUX

L'utilisation de ces vecteurs ou indices régionaux permet une étude statistique de la pluviométrie par zone plutôt que par poste. On peut ainsi repérer au fil des ans une évolution différente d'une zone par rapport à une autre, étudier les corrélations entre cette évolution climatique décelée et un facteur humain (occupation du sol par exemple).

Cet indice pourrait notamment servir de référence pour quantifier les sécheresses et les excès de pluie qui affectent régulièrement l'agriculture martiniquaise, étant capable de prendre en compte les particularités spécifiques de chacune des régions.

2. APPLICATION À LA PLUVIOMÉTRIE ANNUELLE DE LA MARTINIQUE

La carte de zonage proposée par Météo-France dans ce numéro des *Cahiers du PRAM* s'appuie principalement sur l'établissement d'un tracé classique d'isohyètes moyennes inter-annuelles. Le problème de la représentativité d'une station, fut-elle de longue durée, et aussi de la délimitation de la zone qui peut évoluer dans le temps n'y est donc pas traité et reste entier. Pour aller plus loin

dans l'identification des zones climatiques homogènes de la Martinique (délimitation et caractérisation), il est nécessaire, comme on l'a vu, d'avoir recours à l'outil « vecteur régional ».

La connaissance du terrain et le traitement des données pluviométriques jusqu'en 1992 par l'équipe de l'IRD a débouché sur le découpage de la Martinique en 14 zones "pluviométriquement" homogènes ainsi que la constitution, pour chacune d'elles, d'un "indice pluviométrique" représentatif.

2.1 APERÇU CLIMATIQUE

La Martinique est soumise toute l'année à un courant de nord-est, les alizés. Ces masses d'air, après un trajet exclusivement maritime, sont chargées d'humidité. Ce courant converge avec les alizés de l'hémisphère sud au niveau de la Zone Intertropicale de Convergence (ZIC) entraînant une forte ascendance, d'où la formation de nuages à fort développement vertical accompagnés d'averses. A ce phénomène général s'ajoute l'influence du relief accidenté de la Martinique qui crée une instabilité dynamique des masses d'air d'où un régime pluvial fortement diversifié au sol.

A signaler aussi les phénomènes plus ponctuels qui peuvent influencer considérablement la pluviométrie d'une année : il s'agit des dépressions tropicales, tempêtes et ouragans.

Les précipitations en Martinique présentent donc une très forte variabilité spatiale et ce, à l'échelle annuelle, mensuelle et quotidienne. Plus généralement, on distingue trois grands types de climat :

- un climat très humide avec plus de 4000 mm par an : sont concernés les massifs du nord de l'île à savoir la montagne Pelée, le massif des Pitons du Carbet, le plateau du Morne Rouge, la cuvette de Champflore et les grands mornes qui l'entourent ;
- un climat sec avec moins de 2000 mm par an : il englobe toute la côte sud, la côte sud-est jusqu'à la presqu'île de la Caravelle, ainsi que la côte sous le vent, asséchée par un effet de foehn ;
- un climat intermédiaire avec des précipitations comprises entre 2000 et 3500 mm par an : sont concernées les régions centrales de l'île (versant sud du massif des Pitons du Carbet, la plaine du Lamentin et le massif du Vauclin), ainsi que la portion Nord-Atlantique de la côte au vent.



2.2 DÉTERMINATION DES ZONES D'HOMOGENÉISATION

La méthode MVR reposant sur l'hypothèse de pseudo-proportionnalité, il faut donc déterminer des zones qui soient a priori homogènes et pour lesquelles un indice représentatif sera calculé. L'île a donc subi un découpage selon le critère principal de la hauteur totale de pluie annuelle. Ce partage a ensuite été peaufiné selon d'autres considérations liées au relief.

Critères principaux, la pluie et le nombre de jours de pluie

La pluviométrie des régions sèches (localisées dans le sud) est assurée principalement par la succession au cours de l'année d'épisodes pluvieux isolés. Le nombre de jours de pluie dans l'année est relativement modéré et la part des petites pluies dans le total annuel peu importante. A l'inverse, sur la partie nord, le nombre de jours de pluie dépasse 300 voire 330 jours par an et la contribution des petites pluies (< 10 mm) au total annuel est conséquente.

Autre critère, le relief

L'exposition détermine des zones au vent et sous le vent où l'effet de foehn influence directement sur les quantités de pluie annuelle. Le fort gradient pluviométrique observé sur la côte est en témoigne.

L'altitude reste un facteur déterminant dans la pluviométrie annuelle. Les totaux les plus élevés se retrouvent autour des sommets du nord : Montagne Pelée et Massif des Pitons du Carbet. A noter aussi le noyau de hauteurs de précipitations supérieures à 2000 mm par an autour de la Montagne du Vaublin. Tout cela illustre bien l'influence "directe" du relief sur la pluviométrie : celle-ci augmente lorsque l'on s'élève.

La nature même du relief intervient aussi sur les hauteurs de pluie recueillies. Ainsi un relief abrupt déclenchera des précipitations plus rapidement qu'un relief en pente douce. Cela est le cas notamment pour la côte au vent nord où la présence d'une planèze, s'étendant jusqu'à l'est de Sainte-Marie, a pour effet de relâcher un peu le gradient altitudinal des précipitations.

La prise en compte de tous ces critères nous a permis d'aboutir à un découpage de l'île en zones "réputées homogènes". La prise en compte de particularismes locaux peut être

déterminante pour décider de l'appartenance d'une station à une région ou à une autre. La station des "Anses d'Arlet" a ainsi été incluse dans la zone 14 alors qu'elle est située plus au sud que les autres stations (Saint-Pierre - Le Carbet), et non dans la zone 5 ou 6. Ce choix est motivé par la présence de reliefs assez proches pour déclencher localement un effet de foehn. On pourrait aussi trouver un poste pluviométrique qui, au sein d'une région exposée au vent, soit abrité par des éléments naturels (falaises par exemple). Mais tenir compte de toutes les situations particulières conduirait à déterminer une zone par station !

Après de multiples essais, nous en sommes arrivés à découper la Martinique en 14 zones (cf. Carte des zones pluviométriques).

RÉGION 1 / CÔTE AU VENT NORD : cette région se situe à l'est de la Montagne Pelée (1397 m) et est exposée aux vents dominants (alizés). Cette zone correspond à la planèze et couvre la zone comprise entre le trait de côte et la rupture de pente générale du relief. Les hauteurs de pluie annuelle sont de l'ordre de 2200 à 3500 mm.

RÉGION 2 / CÔTE AU VENT CENTRE : cette région est limitée à l'ouest par la ligne de crête du Cournan, le Morne Jacob (884 m), et au sud par la presqu'île de la Caravelle. Le relief est ici moins élevé que dans la région 1. Les pluies induites par le soulèvement des masses d'air, ont des hauteurs annuelles de l'ordre de 2200 m à 3500 m. Ces hauteurs sont similaires à celles de la région 1 mais le relief dans cette zone est plus tourmenté (absence de planèze).

RÉGION 3 / CÔTE AU VENT SUD : cette région est délimitée à l'ouest par une série de crêtes orientées nord-sud et qui ne dépassent pas 400 m d'altitude. La pluviométrie annuelle y est de l'ordre de 1600 à 2500 mm. Cette zone est exposée aux vents dominants mais les pluies y sont moins régulières que dans les régions 1 et 2.

RÉGION 4 / LITTORAL SUD-ATLANTIQUE : cette région est plus sèche avec une pluviométrie annuelle inférieure à 1500 mm. L'essentiel des précipitations provient de quelques épisodes pluvieux majeurs. L'occurrence de tels événements est irrégulière et les totaux recueillis fluctuent donc davantage d'une année à l'autre. Cette zone comprend le littoral sud-est de la Martinique ainsi que la presqu'île de la Caravelle.

RÉGION 5 / LITTORAL SUD : la pluviométrie annuelle de cette région se situe au-dessous de 1500 mm. Cette zone qui englobe toute la façade sud de l'île est abritée des alizés porteurs d'humidité par des reliefs orientés principalement E-W.

RÉGION 6 / SUD-OUEST : cette région recouvre l'essentiel de la presqu'île des Anses d'Arlet. La pluviométrie annuelle y est comprise entre 1600 et moins de 2000 mm. C'est à cet endroit que la Martinique a sa plus grande largeur et par conséquent que l'effet de continentalité y est le plus marqué (instabilité de la masse d'air accrue par le phénomène de thermoconvection d'où des précipitations plus importantes).

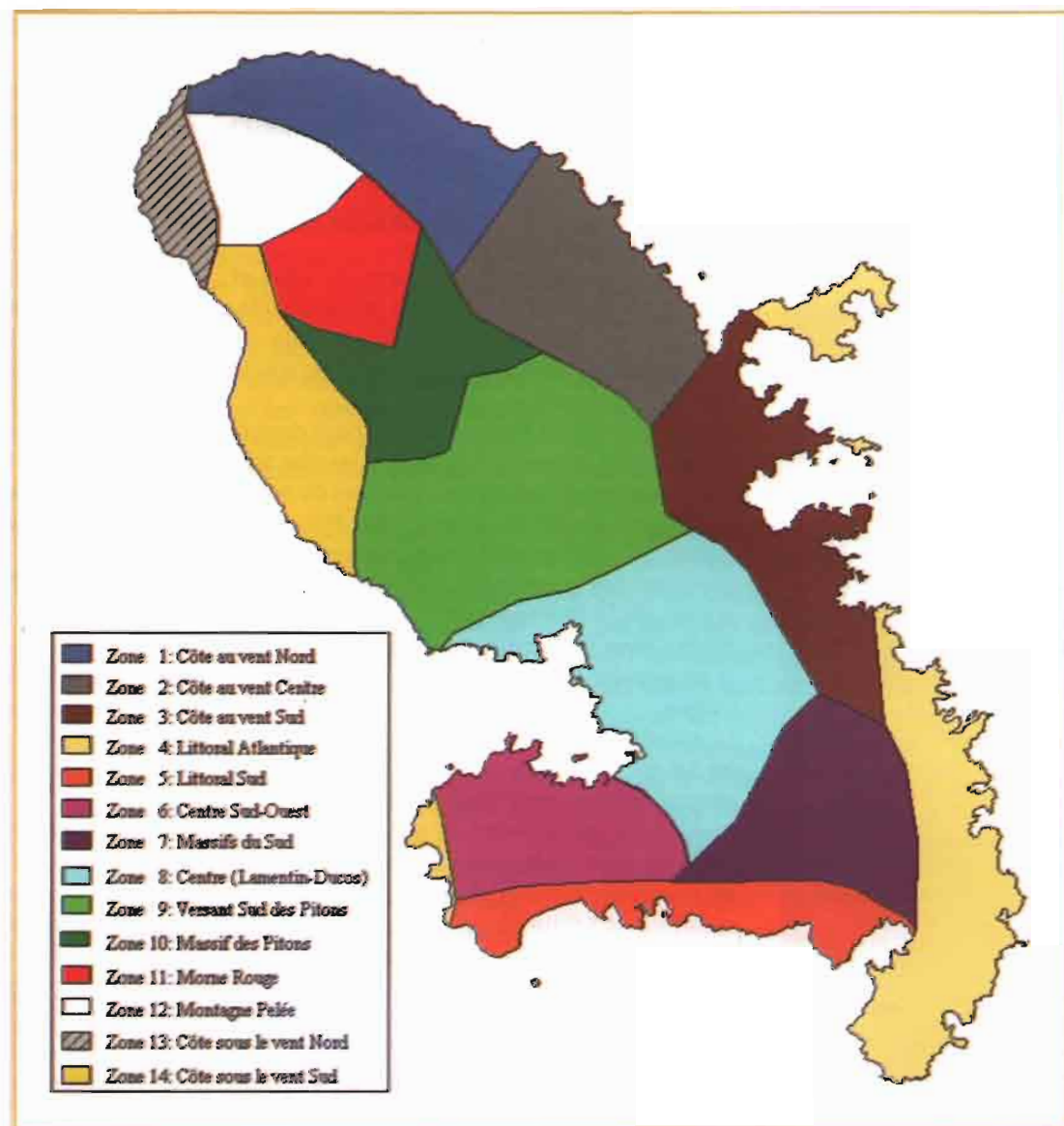
RÉGION 7 / MASSIFS DU SUD : cette région correspond à la montagne du Vauclin (504 m), le Morne Caraïbe (350 m) et aux hauteurs de

Régale. La pluviométrie y est de l'ordre de 2000 à 2500 mm par an. Bien que plus modestes que les reliefs du nord de l'île, ces mornes accentuent les précipitations sur la zone comme en témoigne le chapeau pluvieux délimité par l'isohyète 2000 mm sur la carte des isohyètes inter-annuelles.

RÉGION 8 / CENTRE (PLAINE DU LAMENTIN-DUCOS) : la pluviométrie annuelle y est de l'ordre de 2000 mm. Cette région est délimitée par les crêtes du Morne Pitault (300 à 350m d'altitude) à l'est, le versant sud des Pitons du Carbet au nord, et les mornes du Vauclin au sud. Elle englobe la plaine du Lamentin et les collines de Ducos plus au sud.

RÉGION 9 / VERSANT SUD DES PITONS : cette région est délimitée à l'est par une ligne de crête orientée SE / NW qui ne dépasse pas

Figure 1 :
Carte des zones
pluviométriques





RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cohonneau G., Hiez G., Séchet P. et L'Hôte Y., 1992, MVR 1.5 *Logiciel pour la critique, l'homogénéisation et la synthèse d'observations pluviométriques*, Paris : IRD-Éditions, 73 p.

Hiez G., 1977, L'homogénéisation des données pluviométriques, *Cah. ORSTOM, sér. Hydrologie*, vol. XIV, n°2, 129-172.

Mobèche J.-P., Schmitt E., Jubénot A., Adèle G. et Couéron E., 1992, *Évaluation et informatisation des eaux de surface de la Martinique*, Rapport Terminal, Fort-de-France/Cayenne : IRD.

Mobèche J.-P., Schmitt E., Jubénot A., Adèle G. et Couéron E., 1992, *Banque pluviométrique de la Martinique, Annexe 5. Critique et homogénéisation des données par la méthode du vecteur régional*, Cayenne : IRD, 100 p.

¹ Je tiens ici à remercier mes collègues Erik BRAUDEAU et Daniel BARRETEAU pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de relire le présent manuscrit.

350 m, et au nord par le massif des Pitons du Carbet. Le relief est assez tourmenté et la pluviométrie annuelle est comprise entre 2500 et 3500 mm. L'altitude moyenne de la région s'élève progressivement du sud vers le nord.

RÉGION 10 / MASSIF DES PITONS : cette zone correspond aux Pitons du Carbet stricto sensu (altitude supérieure à 1000 m), ainsi qu'aux grands mornes situés à l'est de ce massif (Morne Bellevue, Morne du Lorrain, Morne des Olives...). Le relief a un effet régulateur sur les précipitations. Le nombre de jours de pluie est très important (330 jours par an), les hauteurs annuelles sont supérieures à 4000 mm et atteignent 6000 mm au cœur du massif.

RÉGION 11 / MORNE ROUGE : cette région est une sorte de plateau "coincé" entre les deux principaux édifices montagneux de l'île que sont la montagne Pelée au nord et le massif des Pitons du Carbet au sud. Ce plateau est ouvert à l'est, permettant aux alizés porteurs d'humidité de s'y engouffrer facilement. L'altitude (environ 500 m) et l'exposition aux flux maritimes contribuent à réguler des précipitations importantes, de l'ordre de 4000 à 5000 mm par an. Cette région inclut, outre le plateau de Morne Rouge, la cuvette de Champflore et les grands mornes qui l'entourent.

RÉGION 12 / MONTAGNE PELÉE : cette région comporte les postes d'altitude situés sur la montagne Pelée. La pluviométrie y est la plus importante de l'île, plus de 5000 mm par an. Tous les postes sont des pluviographes et, pour la plupart, sont d'implantation récente.

RÉGION 13 / CÔTE SOUS LE VENT NORD : cette région correspond à la côte sous le vent de la montagne Pelée. Ce versant est court et le gradient pluviométrique très accentué. Il a été difficile de construire un vecteur pour cette région, aussi nous y avons ajouté la station de "Molière", qui avait été placée dans la région 12.

RÉGION 14 / CÔTE SOUS LE VENT SUD : cette région regroupe les stations sous le vent du plateau du Morne Rouge, du massif des Pitons du Carbet, ainsi que la station "Anses d'Arlet" située elle sous le vent du Morne Bigot. La pluviométrie annuelle y est comprise entre 1250 et 3500 mm. Cette fourchette assez large résulte d'un fort gradient de précipitations qui est une conséquence de l'effet de foehn qui assèche rapidement l'air. Il est donc plus judicieux de placer ces stations dans la même région, malgré une plage de variation importante des précipitations.

3. CONCLUSION

La méthode du vecteur régional a déjà été éprouvée avec des résultats incontestables dans divers pays (Brésil, Bénin, France métropolitaine, Guadeloupe, etc.).

Le pouvoir de synthèse de l'indice pluviométrique régional ouvre des perspectives intéressantes pour des études climatologiques à des échelles plus vastes que la seule Martinique. On peut ainsi envisager le "calcul d'indices" pour des études à échelle continentale, mais aussi (pourquoi pas ?) pour des régions plus singulières telles que la région Caraïbe au sens large. Il serait ainsi tout à fait envisageable d'élaborer, à partir des 14 indices régionaux martiniquais, un indice unique représentatif de la Martinique. Et la démarche pourrait être reconduite pour chaque île de l'arc des Petites Antilles... Les regroupements d'îles et les comparaisons inter-groupes permettraient alors d'aborder la climatologie, et en particulier les sécheresses, selon un biais nouveau.

La méthode qui a été utilisée pour les pluies annuelles peut également l'être pour les pluies mensuelles. Il est tout à fait envisageable que de tels indices pluviométriques puissent être utilisés, à divers pas de temps, permettant ainsi de quantifier les sécheresses et les excès de pluie qui affectent régulièrement l'agriculture martiniquaise. Ces indices pourraient même servir de référence pour la détermination de l'état de calamités agricoles.

La Méthode du Vecteur Régional peut parfaitement être appliquée à d'autres paramètres climatiques tels que les températures au sol, l'évaporation... Des domaines autres que l'hydrologie, comme la météorologie ou l'agronomie¹ pourraient tirer grand profit de cette méthode.

Jean-Pierre MOBÈCHE (IRD)
Contact : mobeche@cayenne.ird.fr



n°3 octobre 2003

Les Cahiers du

PRAM

de la Martinique

*Pôle de Recherche Agronomique
de la Martinique*

L'EAU EN MARTINIQUE

Quelques exemples de gestion des ressources et de la qualité

