



Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2013-2014**

Date du Jury : **Octobre 2014**

Étude de la Dengue à Rio de Janeiro et recherche de facteurs explicatifs



Camille LEFORT

Référent pédagogique EHESP :
Michèle LEGEAS, professeure, DSET & GS

Référent professionnel Fiocruz :
Christovam BARCELLOS, chercheur ICICT

Remerciements

Je souhaite tout particulièrement remercier Michèle Legeas qui m'a aidé et soutenu tout au long de ce projet afin de le mener à bien, malgré les difficultés rencontrées.

Je tiens à y associer Christovam Barcellos pour son accueil à la Fiocruz à Rio, et pour son aide pratique au cours de cette étude.

Mes remerciements vont également à Véronique Zastawny, Anne Rocher, Régine Ducos, Laurence Houari et toute l'équipe de la DRI de l'EHESP pour leur aide avant le départ, et sans qui ce projet n'aurait pas été possible.

Merci également à Arnaud Dallongeville pour sa disponibilité et pour son aide précieuse dans la partie d'analyse des données du projet.

Enfin, une pensée pour Mickael Bodergat, pour les réflexions, les doutes et les conversations échangés, et pour le partage de sa vision alternative et originale au cours de la préparation de ce séjour.

Sommaire

INTRODUCTION	1
I. CONTEXTE	3
1 Le Brésil et Rio de Janeiro.....	3
2 La structure d'accueil.....	3
2.1 La Fiocruz.....	3
2.2 L'ICICT.....	4
3 La Dengue.....	4
3.1 Maladie.....	4
3.2 Vecteur.....	4
3.3 Transmission.....	5
4 Le projet <i>Atlas Água Brasil</i>	5
II. UNE PREMIERE ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE DE L'INCIDENCE DE LA DENGUE	7
1 Le recensement des cas de dengue à Rio de Janeiro.....	7
1.1 Déclaration des cas.....	7
1.2 Mise en forme des données d'incidence.....	8
2 Données d'incidence de la Dengue.....	8
2.1 Zone d'étude et agrégation des données.....	8
2.2 Représentation visuelle des épidémies.....	9
III. RECHERCHE DE CARACTERES DESCRIPTIFS DES QUARTIERS ET SELECTION D'INDICATEURS PERTINENTS	12
1 Travail sur les données d'incidence.....	12
1.1 Tracé des courbes annualisées.....	12
1.2 Détermination de variables représentatives.....	13
1.3 Calcul des Deltas.....	14
2 Identification et recherche de potentiels facteurs explicatifs.....	15
2.1 Identification des variables.....	15
2.2 Contraintes.....	15

3	Choix des indicateurs	16
3.1	Bibliographie et recensement des études existantes.....	16
3.2	Etablissement de différentes classes socio-économiques.....	16
3.3	Indicateurs sélectionnés	17
3.4	Sources des données	18
IV.	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES OBTENUES	21
1	Présentation de l'Analyse en Composantes Principales	21
2	Application de l'Analyse en Composantes Principales aux données de l'étude.....	21
3	Données obtenues.....	23
3.1	Première série de résultats	23
3.2	Remaniement des variables	29
3.3	Deuxième série de résultats	30
V.	DISCUSSION SUR LES LIMITES ET POURSUITES DU PROJET	35
1	Les données d'incidence de la dengue	35
1.1	Les données brutes	35
1.2	La mise en forme des données d'incidence.....	36
2	Le choix des indicateurs	36
2.1	Critique des données récoltées et biais expérimentaux	37
2.2	Autres données utilisables	37
3	Poursuites envisageables.....	38
	CONCLUSION	39

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Représentation des variations spatio-temporelles de l'incidence (pour 10 ⁵ habitants) de la dengue à Rio de Janeiro.....	11
Tableau 2 : Définition des variables sélectionnées	19

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation du Brésil et de Rio de Janeiro	3
Figure 2 : Moustique <i>Aedes aegypti</i> , vecteur de la dengue	5
Figure 3 : Variation annuelle du taux d'incidence de 2000 à 2013 dans la municipalité de Rio.....	13
Figure 4 : Détermination des Deltas	14
Figure 5 : ACP 1.1 - Représentation des variables	24
Figure 6 : ACP 1.1 - Regroupement des individus	25
Figure 7 : ACP 1.2 - Représentation des variables	26
Figure 8 : ACP 1.3 – Représentation des Deltas.....	27
Figure 9 : ACP 1.3 – Représentation des variables	28
Figure 10 : ACP 1.4 – Regroupement des individus	29
Figure 11 : ACP 2.1 - Représentation des variables	31
Figure 12 : ACP 2.1 : Regroupement des individus	31
Figure 13 : ACP 2.2 - Représentation des variables	32
Figure 14 : ACP 2.2 : Regroupement des individus	33
Figure 15 : ACP 2.3 - Représentation des variables	34

Liste des sigles utilisés

AAB : *Atlas Água Brasil*
Atlas Eau Brésil

ACP : Analyse en Composante Principale

AEP : Adduction d'Eau Potable

CGVAM : *Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental*
Coordination Générale de Surveillance en santé environnementale

DSET & GS : Département Santé Environnement Travail & Génie Sanitaire

MDO : Maladie à Déclaration Obligatoire

EHESP : Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique

Fiocruz : *Fundação Oswaldo Cruz*

IBGE : *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*
Institut Brésilien de Géographie et de Statistiques

ICICT : *Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde*
Institut de Communication Scientifique et Technologique et d'Information sur la Santé

LERES : Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé

MS : *Ministério da Saúde*
Ministère de la Santé du Brésil

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

RJ : Rio de Janeiro

SINAN : *Sistema de Informações de Agravos de Notificação*
Système d'Information des Maladies à Déclaration Obligatoire

SMU : Secrétariat Municipal de l'Urbanisme

SUS : Système Unifié de Santé

SVS : *Secretaria de Vigilância em Saúde*
Secrétariat de Surveillance de la Santé

INTRODUCTION

La maîtrise des maladies infectieuses tropicales est l'un des enjeux majeurs de l'amélioration de l'état de santé des pays en voie de développement.

Malgré les progrès récents de la médecine, elle continue à progresser, favorisée par les dérèglements climatiques actuels.

Les maladies à transmission vectorielles sont nombreuses, mais en transmettant des maladies telles que le paludisme, la fièvre jaune ou le chikungunya, le moustique se place en tête des animaux les plus mortels, avec 725 000 victimes estimées par an.

Parmi, ces maladies, la dengue à elle-seule représente environ 25 000 morts par an.

Cette arbovirose tropicale est maintenant présente sur tous les continents, et sévit particulièrement en Asie et en Amérique du Sud.

De nombreuses épidémies ont eu lieu au cours des dernières années au Brésil, et de nombreuses recherches ont été menées afin d'étudier les conditions de transmission de la maladie et la prolifération du vecteur, qui se reproduit facilement en milieu urbain.

En effet, de nombreux facteurs peuvent avoir une influence directe ou indirecte sur le développement de cette pathologie.

Ce projet s'inscrit donc dans la lignée des études cherchant à mettre en lien des données décrivant les conditions de vie des populations, avec des données épidémiologiques de santé. De plus, Rio de Janeiro, métropole latine dynamique et contrastée, et la Fiocruz, institution du Ministère de la Santé du Brésil se prêtent particulièrement bien à ce type de sujet.

La problématique développée sera donc :

Peut-on mettre en évidence des facteurs pouvant avoir une influence significative sur le développement de la dengue dans l'agglomération de Rio de Janeiro ?

L'étude commencera par un rappel du contexte général du projet : la zone d'étude, la structure d'accueil, et un rappel des caractéristiques de la dengue.

Puis, une première analyse des données épidémiologiques disponibles sera menée, afin d'étudier la répartition dans l'espace et dans le temps de l'incidence de la dengue dans les différents quartiers de Rio.

La troisième partie consistera à rechercher et sélectionner des données descriptives de l'environnement et des conditions de vie des habitants de la ville de Rio. A partir de ces

données, on tentera de construire des indicateurs géographiques et anthropiques caractérisant des facteurs pouvant potentiellement avoir une influence sur les données épidémiologiques.

Dans la partie suivante, les données récoltées seront analysées à l'aide d'un outil de traitement statistique, afin de mettre en évidence des corrélations entre les indicateurs sélectionnés et l'incidence de la dengue.

On pourra alors conclure en étudiant si les corrélations révélées peuvent être expliquées par des relations de causalité.

Enfin, dans une dernière partie, on tentera d'adopter une vision critique du projet mené, et d'énumérer les biais et limites de l'étude, dans le but de proposer des pistes d'amélioration et d'éventuelles poursuites du projet dans le futur.

I. CONTEXTE

1 Le Brésil et Rio de Janeiro

Avec plus de 8,5 millions de km² et plus de 200 millions d'habitants, le Brésil est le 5^e plus grand pays du monde en terme de superficie comme de population. En 2011, il représente également la 6^e puissance économique mondiale. Terre de contrastes, le Brésil présente cependant de fortes disparités économiques et sociales, correspondant à de nombreuses inégalités. Une grande partie de la population vit en dessous du seuil de pauvreté, dans des conditions d'hygiène souvent précaires, qui dans un contexte climatique chaud et humide, favorisent le développement de certaines maladies.



Figure 1 : Localisation du Brésil et de Rio de Janeiro

Rio de Janeiro est la 2^e plus grande ville du Brésil après São Paulo. Elle s'étend sur plus de 1000 km², et compte plus de 12 millions d'habitants au sein de son agglomération.

2 La structure d'accueil

2.1 La Fiocruz

Fondée en 1908, la Fiocruz est une institution de science et technologie qui dépend du Ministère de la Santé du Brésil. Ses missions sont de promouvoir la santé publique et le développement social, de créer et disséminer les connaissances scientifiques et technologiques et d'être un agent de la citoyenneté brésilienne. Elle regroupe notamment

des services hospitaliers, un centre de production de vaccins, l'École Nationale de Santé Publique ainsi que de nombreux laboratoires.

2.2 L'ICICT

L'Institut de Communication Scientifique et Technologique et d'Information sur la Santé (ICICT) est l'unité qui participe à l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques, élabore des stratégies et exécute des actions d'information et de communication en science et technologie en matière de santé, afin de répondre aux exigences sociales du Système Unifié de Santé (SUS) et d'autres organes gouvernementaux.

3 La Dengue

3.1 Maladie

La dengue est l'une des maladies à transmission vectorielle les plus importantes au monde, présente dans plus de 100 pays dans les zones tropicales et subtropicales.

Au Brésil, elle devient un problème de santé publique de plus en plus important en raison d'épidémies successives dans plusieurs villes du pays, en particulier dans l'état de Rio de Janeiro, où une augmentation significative du nombre d'hospitalisation et de décès a été observée ces dernières années.

Virose tropicale, sévit depuis 1986 au Brésil, 25000 morts par an, pas de vaccin (recherches), mortalité de 1 à 10% suivant la virulence des épidémies d

3.2 Vecteur

Les vecteurs sont des organismes qui transmettent des agents pathogènes ou des parasites d'un sujet infecté à un autre, causant de graves maladies dans les populations humaines. Le principal vecteur de la dengue en Amérique Latine est le moustique *Aedes aegypti*.

Développement en Zone urbaine



Figure 2 : Moustique *Aedes aegypti*, vecteur de la dengue

3.3 Transmission

La transmission du virus est influencée par des facteurs macro-environnementaux : le climat, la flore, mais certaines études suggèrent également l'influence de variables anthropiques locales comme l'urbanisation, les caractéristiques des logements, la collecte des déchets ménagers, l'accès à l'eau potable et le raccordement à un réseau d'assainissement.

4 Le projet *Atlas Água Brasil*

Ce mémoire s'inscrit notamment au sein du projet *Atlas Água Brasil*, développé par l'Institut de Communication et d'Information sur la Santé (ICICT), en partenariat avec la Coordination Générale de Surveillance en santé environnementale (CGVAM), le Secrétariat de surveillance de la santé (SVS) et le Ministère de la Santé (MS).

Le but de ce projet est de mettre en relation des données sur les systèmes de gestion des eaux : adduction d'eau potable et assainissement, avec différentes informations de santé, dans le but de réaliser un Atlas : système de visualisation et d'analyse de différents indicateurs.

Le constat de corrélations entre ces différentes informations permettrait alors de rechercher des éventuelles relations de causalité.

Les résultats de cette étude seront accessibles à la société civile, aux techniciens de surveillance de la santé ainsi qu'aux gestionnaires intéressés par le sujet. L'Atlas servira, par conséquent, à élaborer des diagnostics locaux des problèmes liés à la qualité de l'eau, à l'assainissement et à la santé et à permettre aux décideurs de formuler des politiques publiques tenant compte de ces enjeux. L'intégration de ces données est sans précédent au Brésil.

Les objectifs généraux de ce projet sont multiples :

- ✓ Rassembler un ensemble de données et d'indicateurs sur l'eau potable, l'assainissement et la santé au Brésil
- ✓ Représenter les conditions des systèmes d'adduction d'eau potable, d'assainissement et des maladies liées à l'eau, permettant ainsi la diffusion d'informations nécessaires à la surveillance de la qualité de l'eau et des risques associés à l'assainissement
- ✓ Fournir des informations aux différentes parties prenantes, organismes de société civile ou services gouvernementaux
- ✓ Permettre l'utilisation de ces informations par les gestionnaires publics comme un moyen de minimiser les risques sanitaires pour la population par l'élaboration de politiques publiques en matière de gestion des eaux

II. UNE PREMIERE ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE DE L'INCIDENCE DE LA DENGUE

1 Le recensement des cas de dengue à Rio de Janeiro

1.1 Déclaration des cas

La dengue est une maladie à déclaration obligatoire au Brésil. Ainsi, l'enregistrement des cas suit un protocole précis.

La signalisation se fait via un service du Ministère de la Santé, le SINAN : Système d'Information des Maladies à Déclaration Obligatoire (*Sistema de Informações de Agravos de Notificação*). Les personnels médicaux concernés par la déclaration sont : les médecins généralistes, les centres de santé ainsi que les laboratoires d'analyses médicales.

L'enregistrement se fait grâce à une fiche d'investigation. Celle-ci contient :

- Des données générales sur le patient : nom, âge, sexe, date des premiers symptômes, profession, adresse, etc.
- L'adresse du patient et le type de zone d'habitation (urbaine, péri-urbaine, rurale)
- Une classification médicale du cas de dengue suspecté
- Une partie dédiée aux données de laboratoire : type d'analyses, résultats, sérotype du virus (de 1 à 4)
- La conclusion du diagnostic

Un modèle de fiche d'investigation est présenté ANNEXE I.

La classification médicale du cas de dengue suspecté se fait entre les cas suivants :

- Dengue
- Dengue avec signal d'alarme
- Dengue grave
- Cas écarté

Un critère de confirmation accompagne cette classification, indiquant si le cas a été confirmé par une analyse en laboratoire, s'il est en cours d'investigation, s'il est considéré comme un cas confirmé étant donnée l'épidémie en cours, ou si le patient est décédé.

Cette classification des cas de dengue est présentée en ANNEXE II.

Il est également important de noter que l'enregistrement des cas se fait selon l'adresse de résidence du patient et non la localisation du médecin ou du centre de santé consulté.

1.2 Mise en forme des données d'incidence

Les fiches de déclaration sont récupérées par le service d'épidémiologie de la Mairie (*Prefeitura*) de Rio.

Ces données sont traitées, d'abord pour éliminer les cas suspects qui ont été écartés, mais également afin de ne pas compter deux fois le même cas. L'exemple d'un patient porteur du virus qui irait consulter un médecin généraliste, serait ensuite redirigé vers un centre de santé et réaliserait un examen de sérologie dans un laboratoire d'analyses médicales serait ainsi déclaré 3 fois. Ce traitement de donnée permet donc de ne compter qu'une seule fois chaque cas.

De plus, on sait qu'il existe 4 sérotypes du virus, et qu'un patient ne peut être infecté qu'une seule fois par chaque sérotype. Ainsi, un patient ne sera compté qu'une fois pour un même type du virus, mais pourra être compté une autre fois s'il est infecté ultérieurement par un autre sérotype.

Ces données mises en forme sont alors envoyées au Secrétariat d'Etat dédié à la Santé (*Secretaria de Estado de Saúde*) de l'Etat de Rio de Janeiro, qui compile les données envoyées par toutes ses municipalités.

Enfin, le Secrétariat d'Etat envoie ses données au Ministère de la Santé du Brésil, qui regroupe alors les données des différents états brésiliens.

2 Données d'incidence de la Dengue

2.1 Zone d'étude et agrégation des données

2.1.1 Zone d'étude

Les données récupérées sont celles du Ministère de la Santé du Brésil, qui contiennent donc les données brutes pour tout le pays.

Pour cette étude les données ont été sélectionnées afin de se limiter à la municipalité de Rio de Janeiro.

2.1.2 Agrégation spatiale

L'agrégation des données est donnée en nombre de cas de dengue déclarés par quartier. On a donc divisé le nombre de cas par la population totale de chacun des quartiers afin d'obtenir le taux d'incidence de la dengue par habitant et par quartier. Ne disposant que des données de population provenant du recensement de 2010, on fait une approximation très forte en supposant que la population de chaque quartier n'a pas évolué entre 2000 et 2013.

2.1.3 Agrégation temporelle

On dispose du nombre de cas de dengue déclarés au cours des années de 2000 à 2013. Ces données regroupées par mois sur ces 14 années, donc de janvier 2000 à décembre 2013.

2.1.4 Sélection des quartiers

Enfin, cette étude est réalisée sur 157 des 160 quartiers actuels de Rio de Janeiro. Les quartiers de Vasco da Gama (158), Parque Colúmbia (159) et Gericinó (160) ayant été créés plus tardivement – respectivement en 1998, 1999 et 2004 – ils ont été exclus. En effet on ne disposait pas des données d'incidence propres à ces quartiers, et les cas qui y ont été recensés sont regroupés avec ceux des quartiers dont ils faisaient partie auparavant :

- Le quartier de Vasco da Gama (158) est regroupé avec celui de São Cristóvão (10)
- Le quartier de Parque Colúmbia (159) est regroupé avec celui de Pavuna (114)
- Le quartier de Gericinó (160) est regroupé avec celui de Bangu (141)

Une carte des quartiers de Rio de Janeiro est présentée en ANNEXE III.

2.2 Représentation visuelle des épidémies

Afin d'obtenir une idée simple et visuelle des variations de l'incidence de la dengue au cours des années, une première mise en forme des données a été réalisée.

Un formatage lié à un code couleur a été choisi.

Après un premier formatage défini par des valeurs arbitraires, il a été décidé qu'il serait plus pertinent réaliser une répartition statistique.

Ainsi, toutes les incidences observées, pour chaque mois et pour chacun des quartiers, ont été réparties dans 4 groupes, bornés par les quartiles de l'ensemble des valeurs disponibles.

Un extrait de cette représentation est présenté dans le Tableau 1.

Pour faciliter la lecture, les incidences sont présentées pour 10^5 habitants.

Cette représentation, simple et rapide, donne déjà une bonne idée des variations spatio-temporelles de l'incidence de la dengue à Rio.

Tout d'abord, on remarque très nettement que les 25% des incidences les plus élevées (en rouge) représentent les épidémies, qui reviennent régulièrement mais pas tous les ans, systématiquement de février à juin, durant la période humide de l'été austral.

On remarque également que dans certains quartiers les épidémies sont plus longues que dans d'autres.

Enfin, certains quartiers présentent des valeurs d'incidence plus élevées que la moyenne toute l'année, tandis que d'autres présentent une incidence moins élevée.

Tableau 1 : Représentation des variations spatio-temporelles de l'incidence (pour 10⁵ habitants) de la dengue à Rio de

	Flameng	Gloria	Catete	Cosme	Botafogo	Urca	Humaita	Leme	Copacab	Ipanem	Leblon	Lagoa	Jardim B	Gavea	Vidigal
2005	J	0	0	0	0	0	0	7	2	4	0	0	0	0	0
	F	0	0	5	0	1	0	0	1	0	2	0	5	0	0
	M	4	0	5	14	1	0	7	0	1	2	0	5	0	0
	A	0	0	0	0	8	0	0	7	0	0	4	0	0	5
	M	2	0	0	0	10	0	0	7	0	4	0	0	0	5
	J	2	0	0	0	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0
	J	0	0	5	0	3	0	13	0	1	2	0	0	0	0
	A	6	18	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	0	5
	S	0	9	5	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	5
	O	0	0	5	0	3	0	0	0	1	4	0	0	0	0
	N	2	9	0	0	0	0	0	0	1	0	11	0	0	0
	D	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0
2006	J	19	18	19	14	19	16	0	14	13	9	7	0	15	10
	F	10	36	29	68	30	49	13	14	31	15	11	15	40	38
	M	29	209	78	82	91	49	27	48	59	38	46	46	49	62
	A	36	300	112	55	113	16	7	75	72	60	70	41	40	105
	M	17	173	39	27	47	81	40	0	23	45	40	10	20	33
	J	0	82	24	14	8	0	7	0	5	6	20	0	10	0
	J	4	18	5	0	10	0	0	0	2	2	0	0	0	0
	A	4	27	15	0	9	0	0	0	2	0	0	0	0	14
	S	2	18	5	0	9	0	0	7	7	0	0	0	0	0
	O	0	9	0	0	1	0	0	14	6	2	0	0	0	5
	N	0	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0	5
	D	4	9	10	0	0	0	0	0	4	0	2	10	15	14
2007	J	23	64	15	0	27	0	40	7	30	30	13	31	49	29
	F	78	218	160	315	82	65	60	89	116	58	48	41	84	100
	M	110	419	209	506	247	147	134	82	273	184	141	62	213	282
	A	124	428	131	287	213	358	114	232	339	152	162	108	173	258
	M	59	209	92	41	61	65	13	102	95	56	61	77	79	76
	J	21	18	24	27	10	33	13	14	14	9	15	5	44	24
	J	8	0	5	0	5	0	0	7	4	4	4	10	0	0
	A	0	18	5	0	4	0	34	0	3	11	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	3	0	0	7	1	0	0	0	0	0
	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	J	38	209	189	27	73	179	40	82	67	19	33	26	64	29
	F	48	228	184	96	108	309	54	61	76	38	101	21	104	38
	M	185	928	359	260	259	375	316	198	158	139	121	150	213	139
	A	114	637	674	301	214	212	195	89	167	141	158	108	188	191
	M	50	173	116	41	52	16	40	14	24	23	29	31	30	53
	J	8	9	10	0	8	33	0	0	6	9	15	5	15	10
	J	4	0	0	14	4	0	7	0	1	0	2	0	0	14
	A	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0
	S	2	0	5	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0
	O	2	18	0	14	5	16	0	0	3	0	0	0	0	0
	N	0	0	5	14	3	0	7	7	6	6	2	5	0	0
	D	11	18	15	14	8	0	7	0	10	6	9	5	5	5
2009	J	13	18	15	27	12	0	13	7	8	9	15	5	5	10
	F	8	9	15	14	9	0	0	7	18	17	7	21	5	10
	M	2	9	0	14	9	0	7	7	5	0	4	5	5	5
	A	0	9	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	5	0
	M	0	0	0	0	3	0	7	0	2	0	0	0	0	5
	J	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	J	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	2	0	0	0
	A	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	O	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	2	0	0	5
	N	0	0	0	1	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0
	D	0	0	5	14	5	0	7	6	4	0	0	0	0	5
2010	J	4	0	4	0	5	28	8	0	12	5	7	5	0	12
	F	4	31	4	0	11	28	0	0	10	2	2	9	0	25
	M	8	0	4	0	4	0	8	14	9	9	2	0	6	12
	A	8	52	4	0	5	0	8	14	10	7	7	14	11	0
	M	6	0	17	0	13	28	8	27	11	2	2	19	22	12
	J	2	0	4	0	0	0	0	7	4	2	0	0	11	0
	J	4	0	4	14	1	14	8	0	3	5	7	0	0	6
	A	0	10	0	14	2	0	8	0	8	2	9	5	0	19
	S	0	0	0	0	2	14	0	7	0	0	4	5	0	0
	O	4	0	4	0	5	14	0	0	4	0	7	0	11	6
	N	6	21	8	0	5	0	23	0	7	0	7	9	11	6
	D	10	31	17	14	10	14	0	7	10	12	2	5	22	6
2011	J	18	31	17	0	13	0	30	7	22	19	11	9	28	12
	F	66	259	108	209	66	42	75	61	94	63	37	52	94	119
	M	126	497	204	571	227	99	135	115	270	204	126	47	250	350
	A	144	580	125	348	210	340	151	237	368	182	185	104	222	356
	M	68	228	91	56	57	71	23	128	136	66	72	57	100	144
	J	42	62	29	28	24	28	45	41	35	35	41	24	67	100
	J	12	0	17	14	18	0	8	20	16	14	13	14	17	6
	A	4	10	4	0	6	14	30	0	4	7	0	0	0	6
	S	2	0	4	0	7	28	8	0	5	12	2	5	0	6
	O	20	21	8	0	13	28	0	7	7	0	11	5	0	44
	N	8	10	0	28	5	14	8	0	15	16	15	9	22	6
	D	16	31	12	14	11	14	8	34	18	7	24	14	17	137

LEGENDE : Q1 MIN MEDIANE Q2 MAX

III. RECHERCHE DE CARACTERES DESCRIPTIFS DES QUARTIERS ET SELECTION D'INDICATEURS PERTINENTS

Le but de cette partie est de mettre en relation les données d'incidence de la dengue avec des caractères descriptifs des quartiers, dans le but de mettre en évidence si certains de ces indicateurs apparaissent comme de potentiels facteurs pouvant expliquer les variations spatio-temporelles de l'incidence précédemment observées.

1 Travail sur les données d'incidence

Avant tout, les données d'incidences doivent être traitées, mises en forme afin de fournir des indicateurs plus simples à utiliser et à comparer aux autres variables.

1.1 Tracé des courbes annualisées

1.1.1 Tracé des courbes annualisées par quartier

Même si on dispose des données de 2000 à 2013, le paramètre que l'on cherche à étudier est plutôt la variation annuelle de l'incidence de la dengue.

Ainsi, au lieu de conserver les données sur 14 ans celles-ci ont été agrégées afin de donner, pour chaque quartier, une valeur moyenne de l'incidence pour chaque mois de l'année. On obtient donc une courbe annualisée présentant, pour chaque mois, la valeur moyenne de l'incidence de 2000 à 2013.

1.1.2 Tracé de la courbe moyenne de la ville de Rio

Afin de tracer également la courbe moyenne de toute la ville de Rio de Janeiro, il n'est pas possible de faire la moyenne des incidences des quartiers, puisque cette moyenne ne serait pas pondérée par la population des quartiers. Aussi, il est préférable de reprendre les données brutes initiales contenant le nombre de cas déclarés.

En faisant la somme des cas déclarés pour tous les mois de 2000 à 2013 dans tous les quartiers, et en divisant par la population actuelle de la ville, on obtient la courbe moyenne pour toute la municipalité de Rio.

Cette courbe est représentée sur la Figure 3.

.

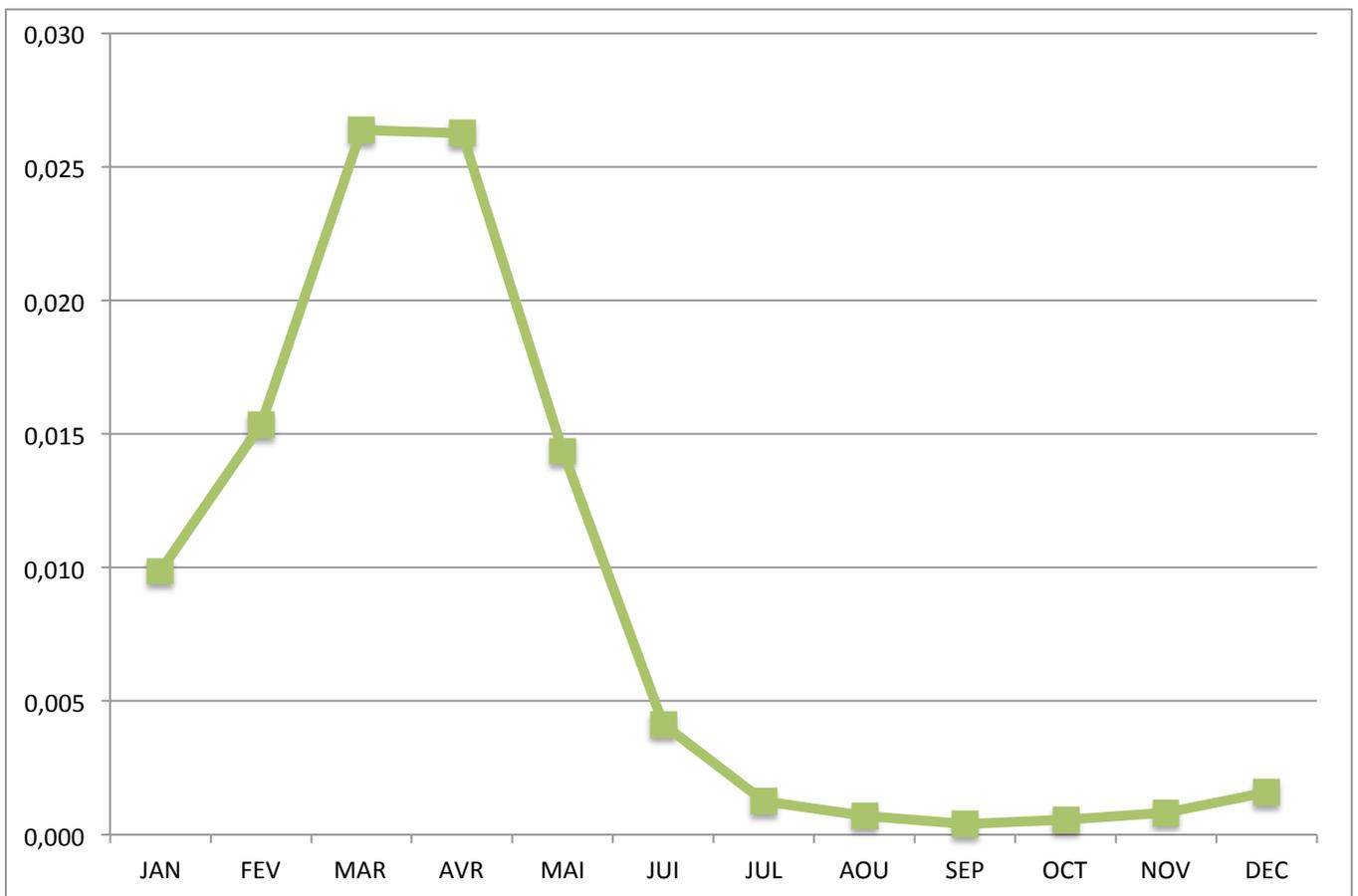


Figure 3 : Variation annuelle du taux d'incidence de 2000 à 2013 dans la municipalité de Rio

1.2 Détermination de variables représentatives

Afin de pouvoir différencier les différents quartiers de Rio vis-à-vis de la variation annuelle de leur taux d'incidence, on va comparer la courbe de chaque quartier à la courbe moyenne de toute la municipalité.

Ainsi, on va pouvoir identifier différents types d'écart par rapport à la moyenne.

On choisit donc de représenter trois types de variations :

- La variation d'intensité du pic annuel d'incidence maximum : ΔI
- La variation temporelle du pic annuel d'incidence maximum : ΔT
- La variation de l'intensité du bruit de fond (taux d'incidence résiduel) : ΔR

Ces écarts à la moyenne ou « Deltas » sont représentés sur la Figure 4.

Incidence (Nb de cas/hab)

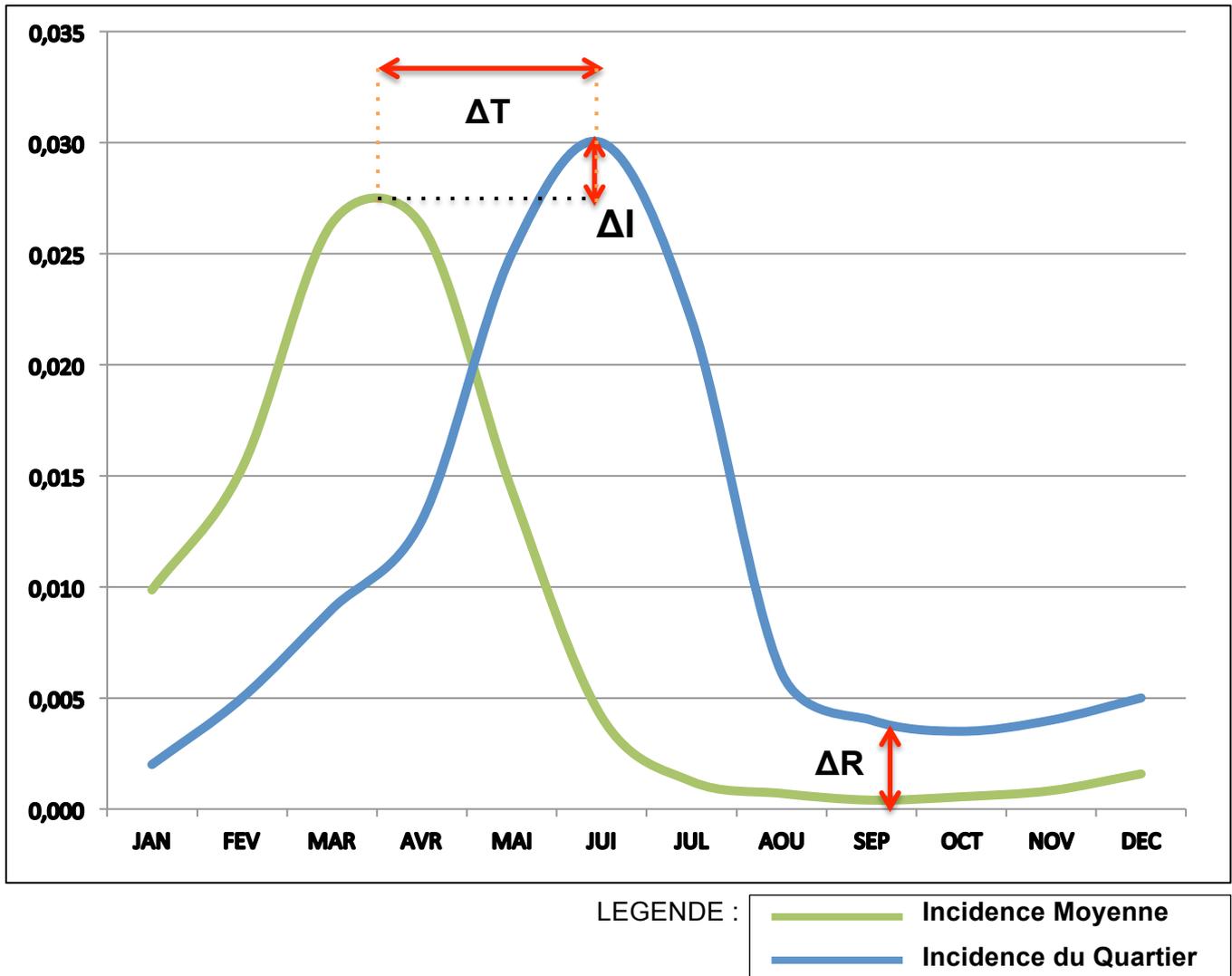


Figure 4 : Détermination des Deltas

1.3 Calcul des Deltas

Les formules de calcul des Deltas sont indiquées ci-dessous.

- Variation d'intensité du pic annuel d'incidence maximum :

$$\Delta I = I_{\max, quartier} - I_{\max, moyenne}$$

- Variation temporelle du pic annuel d'incidence maximum :

$$\Delta T = Mois [I_{\max, quartier}] - Mois [I_{\max, moyenne}]$$

- Variation de l'intensité du bruit de fond (taux d'incidence résiduel) :

$$\Delta R = I_{\min, quartier} - I_{\min, moyenne}$$

2 Identification et recherche de potentiels facteurs explicatifs

Les variables qui doivent être sélectionnées sont des facteurs extrinsèques (anthropiques et environnementaux) pouvant potentiellement avoir un lien avec la variation annuelle de l'incidence de la dengue dans les 157 quartiers de Rio étudiés.

2.1 Identification des variables

Du fait du temps limité de cette étude, une attention particulière a été portée sur le choix de différentes variables socio-économiques et environnementales.

Les facteurs pouvant avoir une influence sur la transmission de la maladie, ou sur la reproduction du vecteur sont presque infinis. Les études sur le sujet sont également nombreuses, comme en témoigne le grand nombre des publications sur ce thème (voir [infra](#)).

Aussi, cette sélection s'est basée sur deux critères principaux :

Le premier critère est de réaliser une étude exploratoire, sans à priori. Bien sûr, les variables choisies doivent présenter un lien évident avec la transmission du virus ou la reproduction du moustique. Il ne s'agit toutefois pas de redémontrer des liens ayant déjà été établis depuis longtemps.

Ceci permet d'introduire le second critère : l'étude doit être originale. On cherche donc à apporter de la nouveauté dans le champ des recherches concernant la dengue dans un pays tel que le Brésil. Cette originalité réside tout d'abord dans le choix de la zone d'étude. La ville de Rio de Janeiro présente en effet une diversité et des contrastes importants, tant au niveau économique et social que géographique par la présence de zones urbaines, côtières, rurales très rapprochées dans l'espace et de variations du relief. Des variables qui n'ont que peu été étudiées dans la littérature pourront ainsi être étudiées, dans le but de mettre en évidence des relations n'ayant pas été mises en évidence précédemment.

2.2 Contraintes

Le choix de ces variables est limité par certaines contraintes précises.

La contrainte principale est l'agrégation spatiale des données. En effet les variables doivent être disponibles à l'échelle des quartiers de la municipalité.

Les données épidémiologiques ayant été annualisées, la contrainte temporelle est moins importante. Il n'est donc pas obligatoire de disposer des données sur 14 ans, les données sur 1 an étant suffisantes. On est cependant souvent obligé de faire des approximations fortes en considérant que les variables n'ont pas évolué sur cette période, comme on l'avait fait avec les données de population des quartiers.

Enfin, une des contraintes annexes est la disponibilité et l'accès aux informations. Cette partie ne s'étant pas déroulée sur place, les variables accessibles sont celles qui sont disponible publiquement sur les sites internet des différentes institutions brésiliennes.

3 Choix des indicateurs

3.1 Bibliographie et recensement des études existantes

Un travail de bibliographie a tout d'abord été réalisé, afin de recenser des études ayant déjà été publiées sur ce thème, ou sur des sujets approchant.

Certaines publications ont ainsi permis de démontrer un lien entre la transmission de la dengue et certaines variables.

C'est le cas par exemple des études *Spatial analysis of dengue and the socioeconomic context of the city of Rio de Janeiro* (ALMEIDA AS, 2009) qui met en évidence des liens significatifs entre la transmission de la dengue et le raccordement au réseau d'assainissement, la présence de machines à laver dans les logements et la densité de population, ou encore l'étude *Socioeconomic variables and dengue transmission* (MONDINI A, 2007), qui fait un lien entre les données de santé et les pluies, les revenus des ménages ainsi que la présence du moustique vecteur.

D'autre part, d'autres recherches suggèrent que certaines variables pourraient avoir une influence indirecte sur le développement de la dengue en zone urbaine.

Par exemple, l'étude *Bromeliad-inhabiting mosquitoes in an urban botanical garden of dengue endemic Rio de Janeiro* (MOCELLIN MG, 2009) étudie le lien entre des plantes présentes dans un jardin botanique et la prolifération de moustiques vecteurs de maladies.

3.2 Etablissement de différentes classes socio-économiques

Afin de représenter plusieurs aspects de la diversité retrouvée dans la municipalité de Rio, les indicateurs ont été sélectionnés au sein de 4 grands groupes de variables.

3.2.1 Variables socio-économiques

Les variables socio-économiques doivent représenter le niveau de vie des populations, leur classe sociale et le niveau de développement.

3.2.2 Variables environnementales

Ces variables décrivent l'environnement du quartier qu'elles concernent, d'abord leur surface, les quartiers les plus vastes étant essentiellement des zones rurales, l'altitude, la présence de végétation ainsi que la proximité avec l'océan ou l'une des baies de Rio.

3.2.3 Variables liées aux infrastructures de base

Le but de ces indicateurs est de représenter la présence d'infrastructures à disposition des habitants. Celles-ci peuvent être liées à l'eau : eau potable et eaux usées ainsi qu'au ramassage des déchets ménagers.

3.2.4 Variable liées à l'habitat

Enfin, ces variables donnent une idée à la fois sur la concentration des logements dans le quartier et la densité de population, ainsi que sur mode de vie des habitants au sein de leur logement.

3.3 Indicateurs sélectionnés

Les variables qui ont été sélectionnées sont présentées par catégorie :

3.3.1 Variables socio-économiques et sanitaires

- ✓ **Revenu moyen** par personne
- ✓ **Espérance de vie** moyenne à la naissance
- ✓ **IDH** : Indice de Développement Humain

3.3.2 Variables environnementales

- ✓ **Superficie totale** du quartier
- ✓ **Part de l'aire du quartier située à plus de 100m** d'altitude
- ✓ **Façade maritime** : cet indicateur est une variable binaire qui indique si le quartier donne sur la mer. Il est séparé en trois variables, pour les quartiers donnant sur l'océan Atlantique et ceux donnant sur l'une des deux baies de Rio : Baie de Guanaraba et Baie de Sepetiba.
- ✓ **Couvert végétal** : Proportion du quartier couverte par la végétation

3.3.3 Variables liées aux infrastructures de base

- ✓ Pourcentage de logements sans accès à une **eau de qualité dite potable**
- ✓ Pourcentage de logements non reliés à un **réseau d'assainissement**
- ✓ Pourcentage de logement sans service de **ramassage des déchets**

3.3.4 Variable liées à l'habitat

- ✓ **Densité démographique** de population
- ✓ Pourcentage de l'aire du quartier classée en **Zone Urbaine**
- ✓ Nombre moyen d'**habitants par logement**

3.4 Sources des données

Les données utilisées proviennent des différents systèmes publics d'information de la municipalité de Rio de Janeiro.

- Les données de population proviennent du recensement réalisé en 2010 à Rio par l'Institut Brésilien de Géographie et de Statistiques (IBGE) : <http://www.ibge.gov.br/>
- Les variables socio-économiques sont issues d'une étude sur le développement humain et les conditions de vie dans la ville de Rio de Janeiro [CARDOSO et al.]. Cette publication fait partie d'une collection d'études lancée par le Secrétariat Municipal de l'Urbanisme de la ville de Rio de Janeiro. Cette collection est disponible sur le site <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/> Bien que l'étude ait été publiée en 2004, les données datent de l'année 2000.
- Les variables concernant la présence de façades maritimes ont été réalisées à partir d'une carte des quartiers de Rio.
- Toutes les autres variables proviennent d'une application du portail de la municipalité de Rio. Celle-ci synthétise un grand nombre d'informations sur le territoire, l'environnement, la population, la santé, les services et infrastructures, issues de nombreuses études réalisées sur la ville. Ce portail se trouve à l'adresse : <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairroscariocas/>. Toutes les données sélectionnées dans ce projet ont été récoltées au cours du recensement ayant eu lieu en 2010 à Rio.

Le Tableau 2 page suivante présente une définition détaillée des variables sélectionnées, ainsi que les abréviations utilisées pour chaque variable dans le programme d'analyse de données.

Tableau 2 : Définition des variables sélectionnées

Type	Variable	Description	Unité	Type	Date des données
Socio - Economiques	espvie	Espérance de vie à la naissance	An	Quantitative Continue	2000
	revmoy	Revenu moyen par personne en R\$	R\$	Quantitative Continue	2000
	IDH	Indice de Développement Humain	-	Quantitative Continue	2000
Environnementales	aire	Superficie totale du quartier	Ha	Quantitative Continue	2010
	airesup100	Part de l'aire du quartier située à plus de 100m d'altitude	%	Quantitative Continue	2010
	f.atlan	Quartier donnant sur l'Océan Atlantique	-	Qualitative Binaire	-
	f.baieg	Quartier donnant sur la baie de Guanabara	-	Qualitative Binaire	-
	f.baies	Quartier donnant sur la baie de Sepetiba	-	Qualitative Binaire	-
	c.vgetal couvertvgt	Proportion du quartier couverte par la végétation	%	Quantitative Continue	2010
Liées aux Infrastructures	Igtsssaep pas.aep	Part de logements sans accès à une eau potable	%	Quantitative Continue	2010
	Igtsssass pas.ass	Part de logements sans accès au réseau d'assainissement	%	Quantitative Continue	2010
	Igtsssddech pas.dech	Part de logements sans ramassage des déchets	%	Quantitative Continue	2010
Liées à l'Habitat	densite densitdemo	Densité démographique de population	hab/km2	Quantitative Continue	2010
	aire.urb	Part urbaine du quartier	%	Quantitative Continue	2010
	habparfoy	Nombre moyen de personnes par domicile	hab	Quantitative Continue	2000

IV. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES OBTENUES

1 Présentation de l'Analyse en Composantes Principales

Dans cette partie d'analyse de données, on cherche à mettre en évidence des relations de causalité entre les variables sélectionnées et les données d'incidence de la dengue, à travers les deltas déterminés précédemment.

Ainsi on pourra déterminer si un ou plusieurs des indicateurs sélectionnés peuvent être considérés comme des facteurs explicatifs de l'incidence de la dengue.

Afin de réaliser cette partie, il est nécessaire de s'aider d'un outil de traitement statistique, afin d'obtenir une représentation synthétique des données issues de l'étude de plusieurs variables quantitatives ou qualitative.

Les procédés classiques de la statistique descriptive à une seule dimension permettent de résumer l'information recueillie sur chaque caractère (variable, indicateur) pris isolément. En revanche, ils ne permettent pas de décrire l'information globale dont on dispose quand on considère les caractères étudiés dans leur ensemble. Les interrelations entre les caractères et leurs effets sur la structuration de la population risquent alors d'échapper à l'utilisateur qui n'a pas d'a priori sur les corrélations à rechercher.

L'Analyse en Composante Principale (ACP) s'applique bien au jeu de données de cette étude, composé d'individus (les quartiers) et de caractères quantitatifs ou qualitatifs (les variables) et permet de révéler les interrelations entre caractères.

Le principe d'une ACP est détaillé dans l'ANNEXE IV.

2 Application de l'Analyse en Composantes Principales aux données de l'étude

Les données utilisées pour cette analyse sont présentées dans un tableau Excel. Les 157 quartiers de la municipalité, représentant les individus, sont présentés en ligne et les 15 variables sont placées en colonne.

Les différentes ACP ont été réalisées à l'aide du logiciel R (<http://www.r-project.org/>), par Arnaud Dallongeville, doctorant au LERES et à l'EHESP.

Cette analyse permet d'obtenir plusieurs types de résultats.

2.1.1 Etude des individus

Le premier type de résultat est un classement des quartiers en plusieurs groupes. Ce classement, présenté sur un graphique comme un nuage de point, met en évidence les similitudes entre quartiers et permet de les regrouper en groupes distincts d'individus présentant des caractéristiques communes vis-à-vis des variables utilisées.

Le nombre de groupes souhaité peut être sélectionné manuellement, cependant le programme propose un nombre de groupes au dessus duquel le gain descriptif serait négligeable.

2.1.2 Etude des variables

En parallèle à l'étude des individus, le logiciel permet d'évaluer si les données peuvent être décrites à l'aide des variables sélectionnées. L'ACP évalue ainsi les liaisons linéaires entre variables. Cependant, s'il est aisé de représenter les corrélations entre des variables deux à deux, dans le cas de cette étude à 15 variables la visualisation des résultats est plus difficile. Les premiers résultats obtenus devront alors être repris en utilisant des variables synthétiques mises en évidence par l'ACP, afin de diminuer le nombre des caractères.

2.1.3 Représentation des variables en tant qu'aide à l'interprétation des individus

Enfin, l'un des résultats les plus importants est la représentation de la contribution des différentes variables au regroupement des individus. Cette représentation graphique permet donc d'évaluer d'une part la corrélation inter-variables, et d'autre part la corrélation entre les variables et les groupes d'individus.

Elle se présente sous la forme d'un repère orthonormé à deux dimensions. Ces dimensions, qui peuvent être assimilées à des variables, représentent les coefficients de corrélation des variables avec le classement des individus.

Les variables choisies sont donc représentées dans un cercle au sein de ce repère, sous la forme de vecteurs.

Les deux coordonnées à observer sont :

- **Leur direction** : elle représente la corrélation de chacune des variables aux deux dimensions utilisées pour le classement des quartiers.
- **Leur longueur** : elle représente la contribution relative de chacune des variables dans la construction de ces dimensions

3 Données obtenues

Plusieurs analyses ont été réalisées, réparties en deux séries de résultats.

Dans la sélection du jeu de données, on décide quelles variables vont être utilisées dans l'analyse.

Les caractères représentent les indicateurs anthropiques et environnementaux des quartiers. Les Deltas sont les variables associées aux données sur la dengue.

Ces deux types de variables peuvent être **actives**, c'est à dire contribuer au regroupement des individus, soit **passives**, et apparaître sur les représentations des résultats sans avoir d'influence sur les regroupements effectués.

3.1 Première série de résultats

Pour cette première série de résultats, le programme propose toujours de créer 5 groupes de quartiers.

3.1.1 ACP 1.1 : Caractères actifs

Dans un premier temps on réalise un groupement des quartiers uniquement basé sur les variables caractérisant les quartiers, sans tenir compte des données d'incidence de la dengue.

Le regroupement des individus est présenté en Figure 6.

La représentation sous forme de nuage de points présente donc 5 groupes assez hétérogènes.

Variables factor map (PCA)

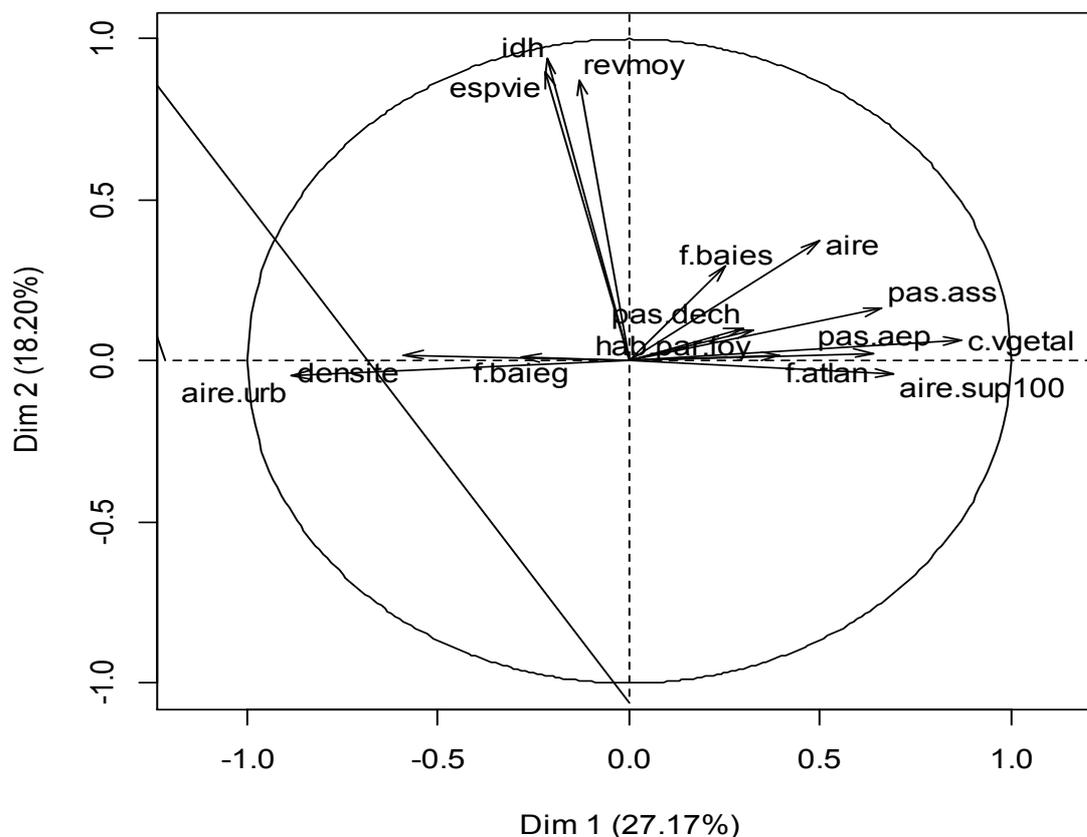


Figure 5 : ACP 1.1 - Représentation des variables

La représentation des variables permet de connaître la contribution de chacun des critères aux dimensions créées par le programme.

La Dimension 1 est donc créée par l'ensemble des variables dirigées vers la droite.

La Dimension 2 est créée par les variables qui sont dirigées vers le haut.

De cette première observation on peut tirer quelques conclusions intéressantes sur la corrélation inter-variables :

- Les variables densite, aire.urb et f.baieg sont très corrélées entre elles.
On peut en conclure que les quartiers présentant une grande part d'aire urbaine ont une forte densité de population, ce qui paraît logique.
On apprend également que les quartiers donnant sur la baie de Guanaraba ont une plus forte densité de population et une plus grande proportion d'aire urbaine.
- Les variables c.vgetal, aire.sup100, pas.aep, pas.ass et f.atlan sont corrélées entre elles.
Ainsi, ces caractéristiques sont également partagées par plusieurs quartiers.
Les quartiers situés en altitude présentent donc un plus fort couvert végétal, et un plus faible taux de raccordement au réseaux d'eau potable et d'assainissement

- Les variables *c.vgetal*, *aire.sup100*, *pas.aep*, *pas.ass* et *f.atlan* sont inversement corrélées aux variables *densite*, *aire.urb* et *f.baieg*. Ainsi, les quartiers présentant une forte densité de population, et une grande part d'aire urbaine ne sont généralement pas situés en altitude, disposent d'un bon taux de raccordement aux réseaux d'eau et sont plutôt situés sur les bords de la baie de Garanaba que sur les bords de l'océan.
- Les variables *idh*, *espvie* et *revmoy* sont très corrélées entre elles. De plus, ces variables sont très peu corrélées avec les précédentes.

Ce résultat était prévisible, puisque l'espérance de vie à la naissance ainsi que le revenu moyen par habitant interviennent dans le calcul de l'IDH.

Par contre, il n'existe pas de corrélation entre le niveau de développement des population d'un quartier et son altitude, couvert végétal, etc.

Les variables Aire du quartier, Absence de collecte des déchets et Nombre d'habitants par foyer n'apportent pas d'information notable dans cette représentation.

Ces conclusions permettent de décrire la répartition des quartiers dans les groupes (clusters) formés.

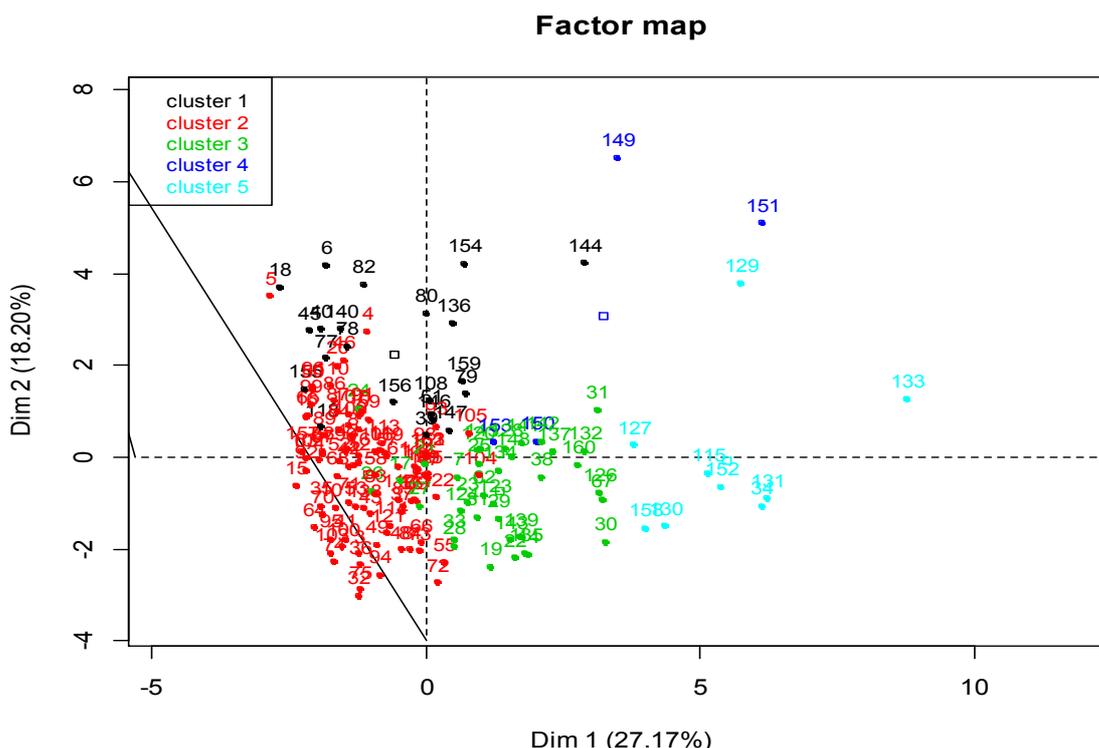


Figure 6 : ACP 1.1 - Regroupement des individus

- Le groupe 3 comporte des quartiers présentant un fort couvert végétal, un pourcentage élevé de surface à plus de 100m d'altitude, et peu d'infrastructures liées à l'eau potable et à l'assainissement.
- Le groupe 5 présente les mêmes caractéristiques, mais de façon encore plus nette.
- Le groupe 2 est composé de quartier à forte densité de population, grande part d'aire urbaine. Ce groupe possède à la fois des quartiers d'IDH faible et des quartiers plus développés.

- Les quartiers qui composent le groupe 1 sont en majorité situés à basse altitude avec une densité de population moyenne à élevée. Ce quartier présente un effectif plus faible.
- Enfin, le groupe 4 ne comportant que très peu de quartiers et ceux-ci n'étant pas regroupés sur le graphique, il est difficile de le décrire.

3.1.2 ACP 1.2 : Caractères actifs, Deltas illustratifs

Après ces conclusions sur les indicateurs anthropiques et environnementaux des quartiers, on peut afficher les deltas sur la représentation, en illustratif donc sans les faire intervenir dans le regroupement des individus.

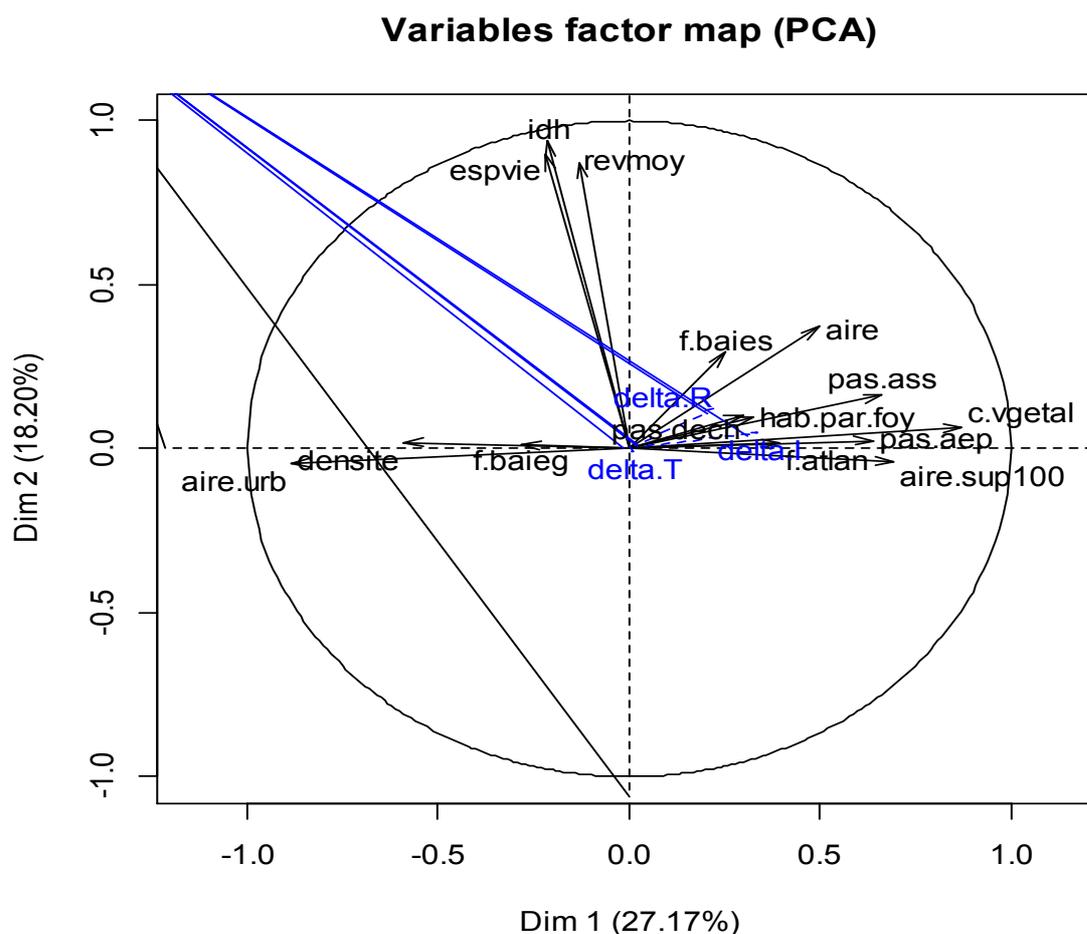


Figure 7 : ACP 1.2 - Représentation des variables

Les Deltas n'apparaissent alors que peu corrélés avec d'autres variables.

Le regroupement des quartiers n'a pas été modifié. (Figure non présentée)

3.1.3 ACP 1.3 : Deltas actifs

Il est alors intéressant de réaliser une ACP uniquement basée sur les Deltas, afin d'étudier les éventuelles corrélations entre eux.

Dans cette représentation, les Deltas ΔI , ΔT et ΔR seront notés respectivement X_I , X_T et X_R .

Variables factor map (PCA)

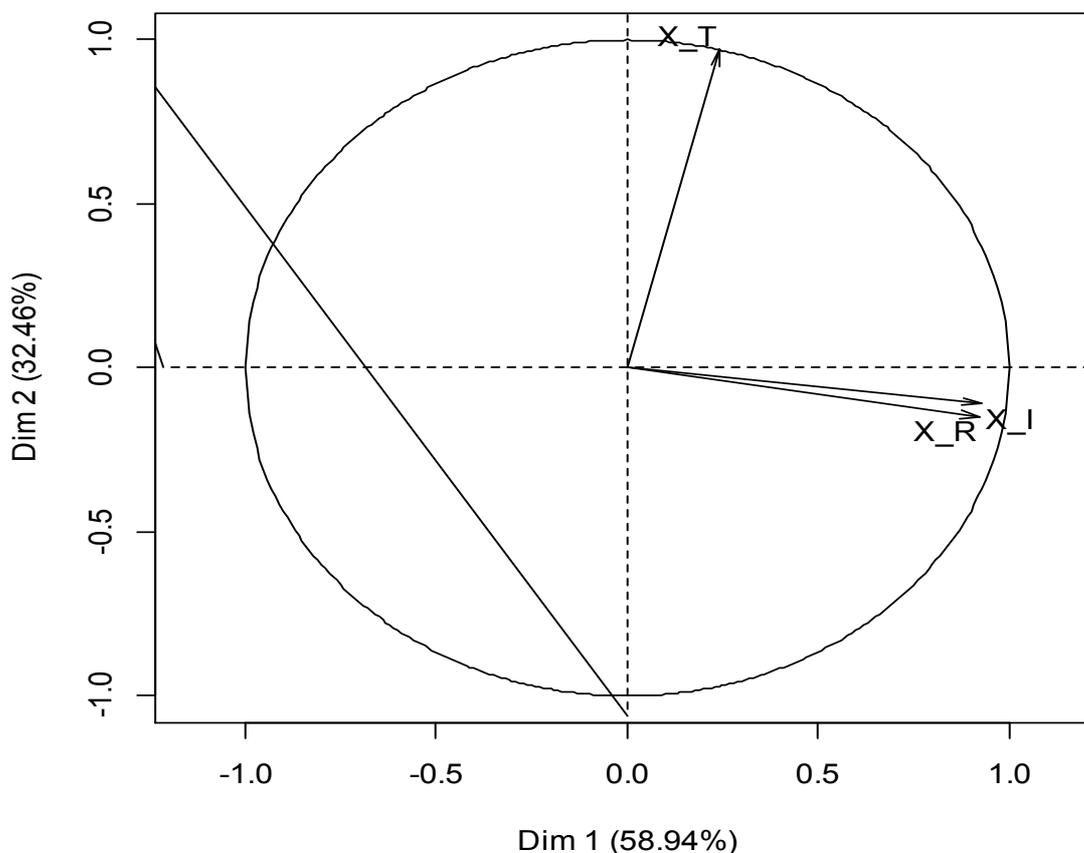


Figure 8 : ACP 1.3 – Représentation des Deltas

On remarque deux résultats principaux :

- Les vecteurs représentant ΔI et ΔR sont presque colinéaires. Il existe donc une très forte corrélation entre ΔI et ΔR .
- Le vecteur représentant ΔT est au contraire presque orthogonal aux deux autres. ΔT n'est donc presque pas corrélé avec les deux autres Deltas.

Ces résultats s'expliquent en observant des courbes de variation annualisée de l'incidence de la dengue dans certains quartiers. En effet, ΔI représentant l'intensité du pic épidémique, et ΔR l'intensité du 'bruit de fond', les quartiers qui présentent une intensité plus élevée que la moyenne en temps d'épidémie présentent également une intensité plus élevée en 'temps sec', en dehors des épidémies.

Ces quartiers ont donc une incidence de la dengue plus élevée toute l'année.

Le fait que le ΔT soit indépendant indique que le décalage temporel du pic épidémiologique n'est pas lié à ces différences d'intensité.

3.1.4 ACP 1.4 : Caractères actifs, Deltas actifs

Enfin, il est possible de réaliser l'analyse en faisant intervenir à la fois les caractères explicatifs et les Deltas.

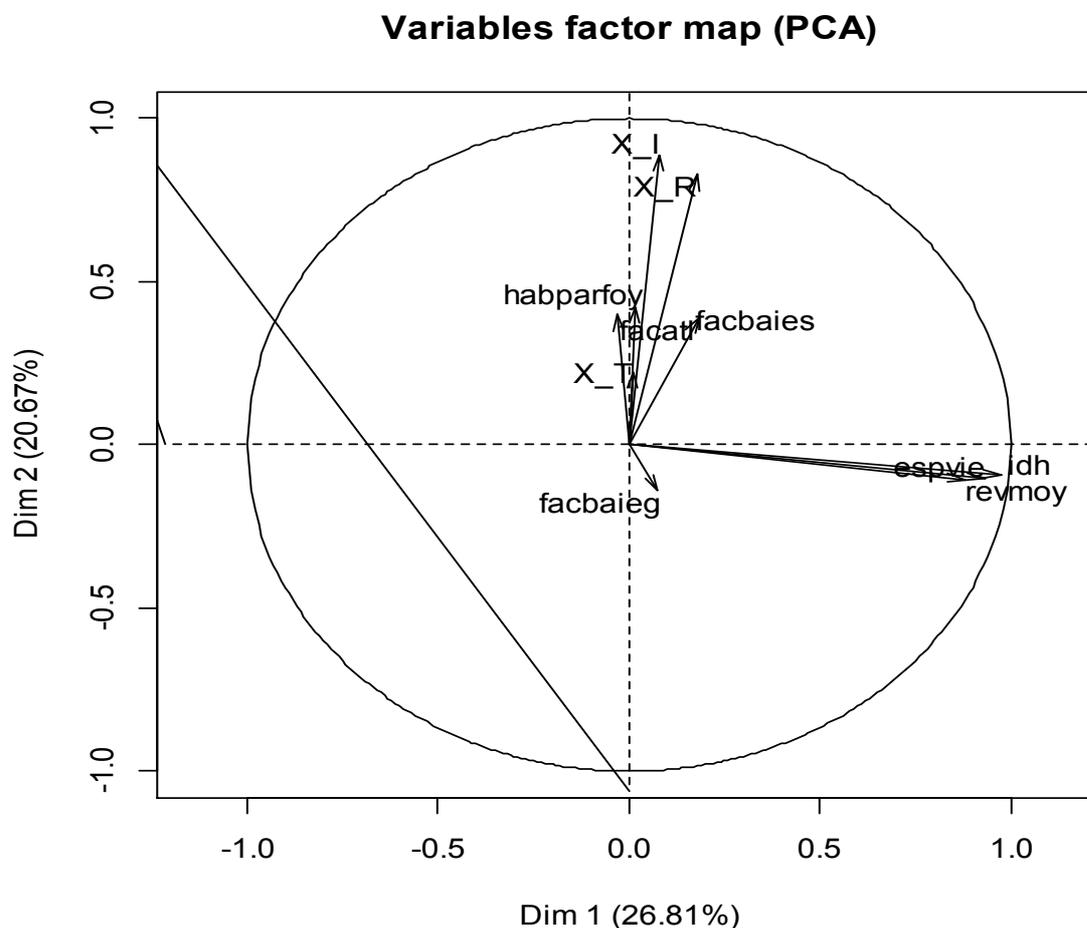


Figure 9 : ACP 1.3 – Représentation des variables

Cette analyse montre que les trois Deltas sont indépendants du groupe de variables corrélées idh, espvie et revmoy.

Ce résultat tend à supposer que le niveau de développement humain, le revenu moyen et l'espérance de vie ne peuvent être considérés comme des facteurs explicatifs des écarts d'incidence de la dengue observés dans certains quartiers.

La représentation des 5 groupes d'individus est présentée en Figure 10.

- Le groupe 1 contient seulement 3 quartiers à ΔI et ΔR élevés possédant une très forte incidence de la maladie.
- Le groupe 2 contient des quartiers au niveau de développement plus élevé.
- Les autres groupes sont mélangés et difficiles à décrire. Il semble que le groupe 1 'tire' vraisemblablement la représentation vers le haut ce qui ne permet pas de séparer suffisamment les autres groupes.

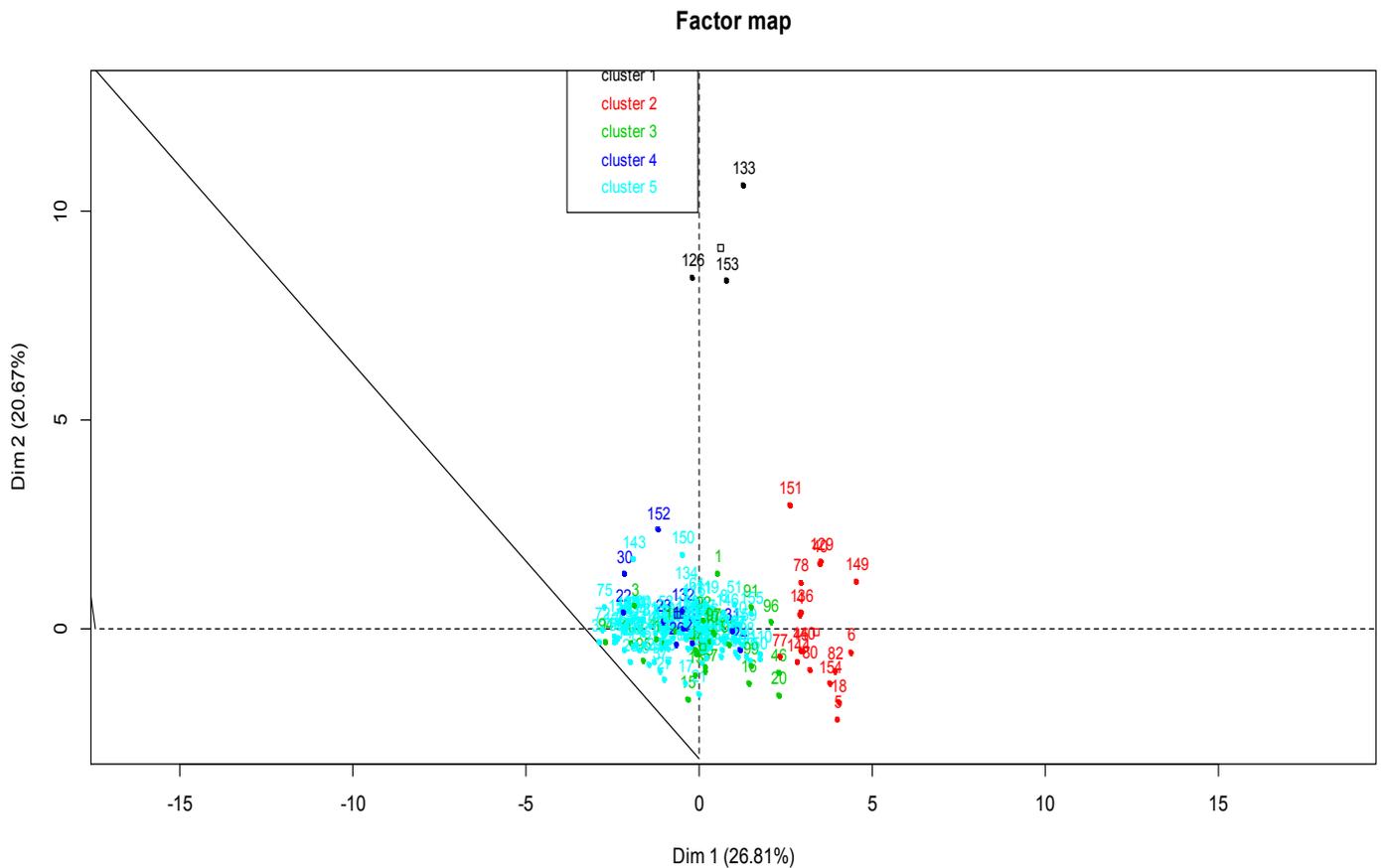


Figure 10 : ACP 1.4 – Regroupement des individus

3.1.5 Conclusion de la première série

Ces premières ACP permettent de trouver de nombreuses corrélations entre les caractères et les Deltas. Ainsi, il est possible de relier certaines des variables les unes avec les autres.

Pendant le classement des quartiers ne peut pas toujours être expliqué par les variables utilisées.

3.2 Remaniement des variables

Certains caractères étant fortement corrélés entre eux, il est possible de réaliser un remaniement des variables.

Celui-ci consiste d'une part à supprimer certains caractères jugés non significatifs ou non corrélés à d'autres variables suite à la première série de résultats. D'autre part, les variables très corrélées entre elles peuvent être représentées par une variable unique.

Ainsi, en limitant le nombre des inconnues on pourrait avoir des résultats plus clairs et plus faciles à interpréter.

Pour la deuxième série de résultats, les caractères ayant été supprimés sont donc :

- **L'aire des quartiers** : après réflexion, l'aire d'un quartier n'a à priori que peu de lien avec la transmission de la maladie ou la reproduction du vecteur. La densité démographique est un caractère bien plus significatif.
- Les variables binaires **Façade Atlantique**, **Façade Baie de Guanaraba** et **Façade Baie de Sepetiba** ont été regroupé sous une seule variable qualitative **Façade maritime** (facmarit).

Les variables qui ont été regroupées sont :

- La proportion d'**aire urbaine** d'un quartier a été regroupée avec sa **densité de population**, puisqu'on a vu que ces variables étaient liées.
- **L'espérance de vie**, et le **revenu moyen** ont été regroupés avec **l'IDH**, ces trois variables étant fortement corrélées.

Le jeu de données contient alors 9 caractères anthropiques et environnementaux et non plus 15. Malgré la corrélation observée entre ΔI et ΔR , ces deux variables resteront indépendantes.

Enfin, le classement des individus en 5 groupes étant parfois difficile à décrire, les quartiers seront maintenant classés en 3 groupes distincts.

3.3 Deuxième série de résultats

3.3.1 ACP 2.1 : Caractères actifs

Dans un premier temps, on recommence l'analyse avec seulement les caractères descriptifs. (Voir Figure 11)

Les corrélations entre variables sont légèrement différentes de celles de la première série :

- Les variables airesup100 et couvertvgt sont toujours très liées
- Les logements ne disposant pas d'infrastructure d'accès à l'eau potable sont aussi ceux qui ne sont pas raccordés au réseau d'assainissement
- Les logements ne disposant pas d'un service de collecte des déchets ménagers sont ceux situés dans les quartiers où le nombre d'habitant par foyer est élevé
- Enfin, les quartiers à forte densité démographique sont les plus développés. Ces quartiers sont aussi généralement à basse altitude et faible couvert végétal.

Variables factor map (PCA)

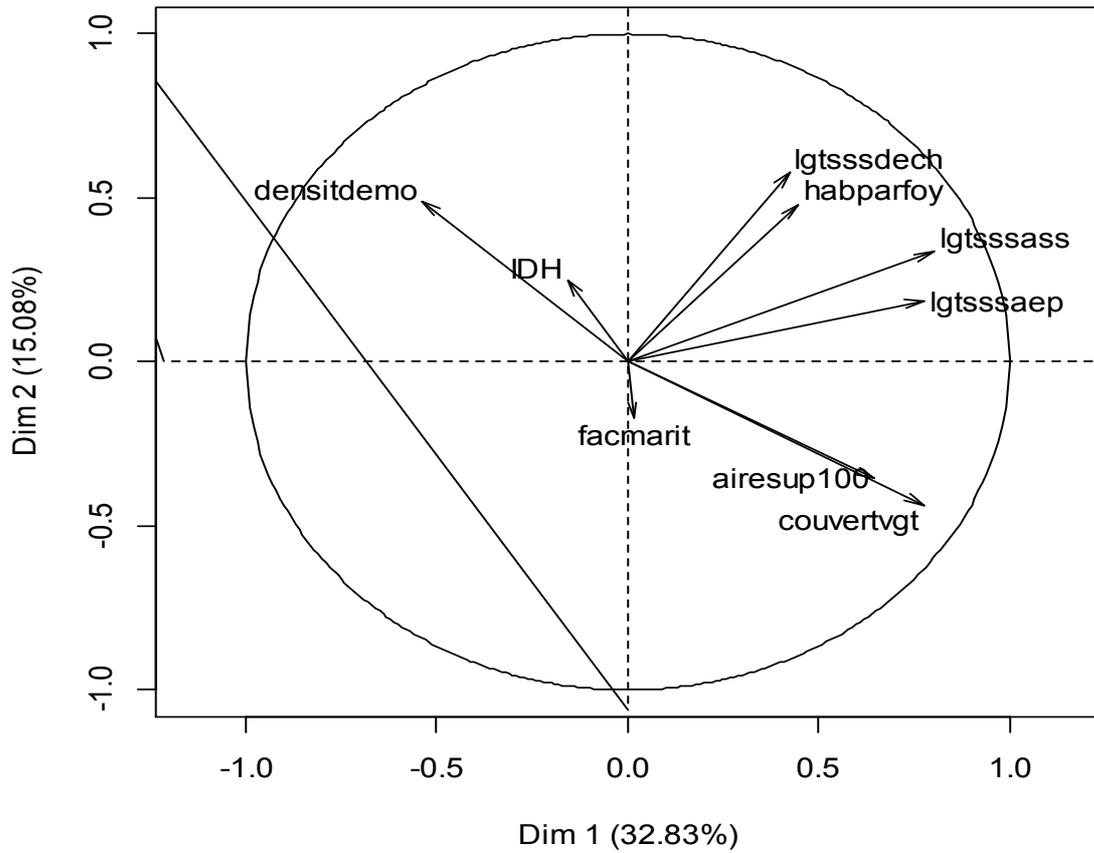


Figure 11 : ACP 2.1 - Représentation des variables

Factor map

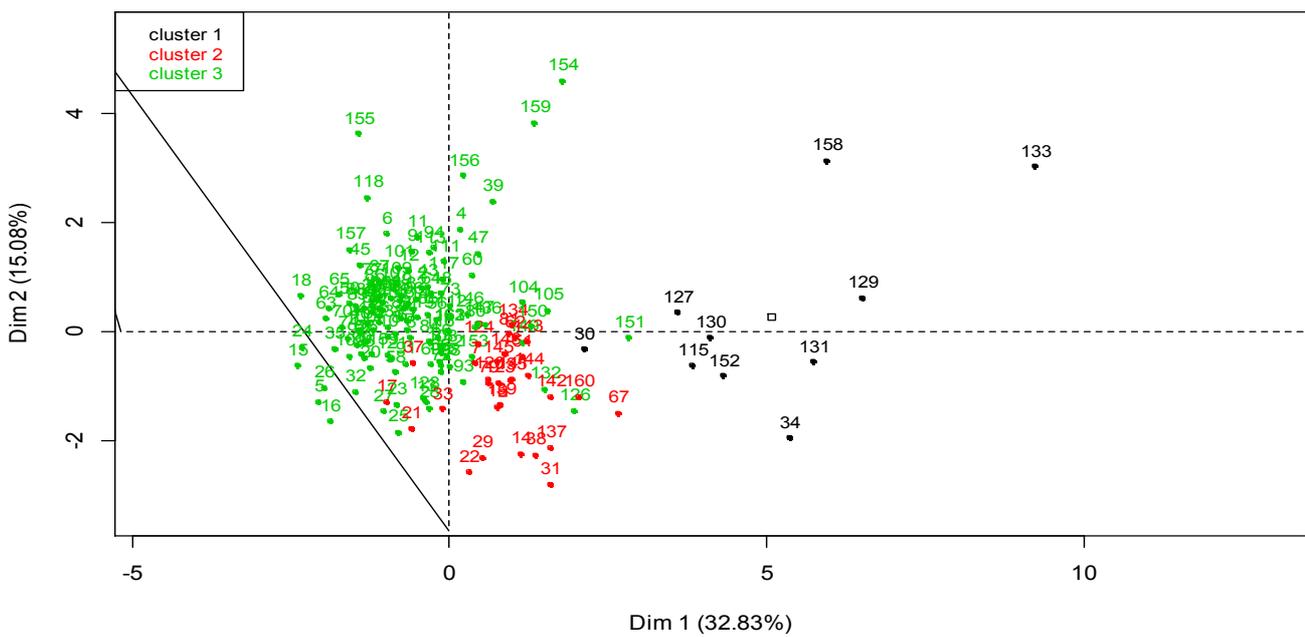


Figure 12 : ACP 2.1 : Regroupement des individus

Les trois groupes de quartiers peuvent être décrits par les variables :

- Le groupe 3, qui contient la majorité des individus, possède une densité démographique élevée et un IDH relativement élevé.
- Le groupe 2 est représenté par des quartiers plus végétalisés et en altitude
- Les quelques quartiers composant le groupe 1 possèdent peu d'infrastructures liées à l'eau.

3.3.2 ACP 2.2 : Caractères actifs, Deltas actifs

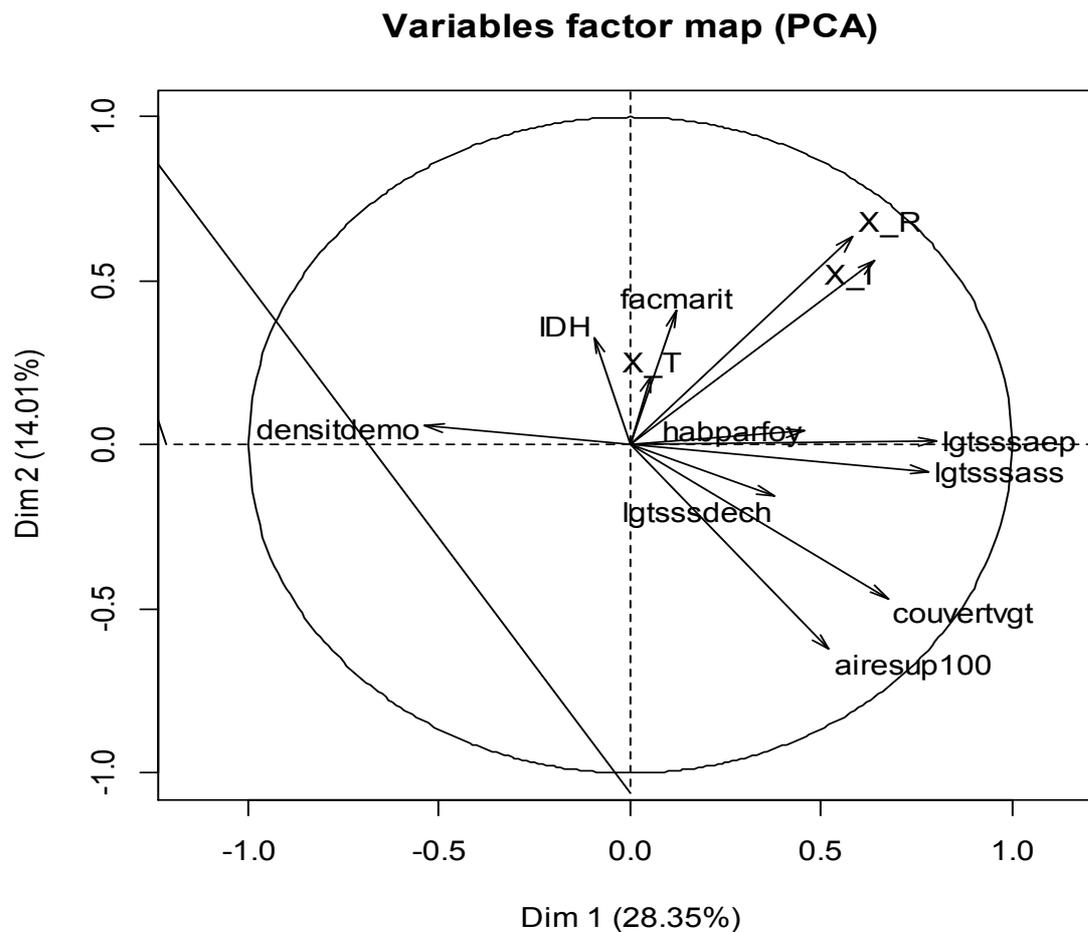


Figure 13 : ACP 2.2 - Représentation des variables

Lorsqu'on prend en compte les Deltas dans l'analyse, les résultats sont peu modifiés.

- Couvert végétal et altitude sont toujours liés
- Infrastructures eau potable et assainissement sont également corrélés, entre eux et avec le nombre d'habitant par logement
- Les ΔI et ΔR apparaissent encore une fois fortement liés entre eux.
- Par contre cette représentation met en avant une nouvelle corrélation légère, entre le ΔT et la présence d'une façade maritime. Cela signifierait alors que dans les quartiers situés au bord de l'océan ou de l'une des baies, le pic épidémique est décalé et arrive plus tard dans l'année.

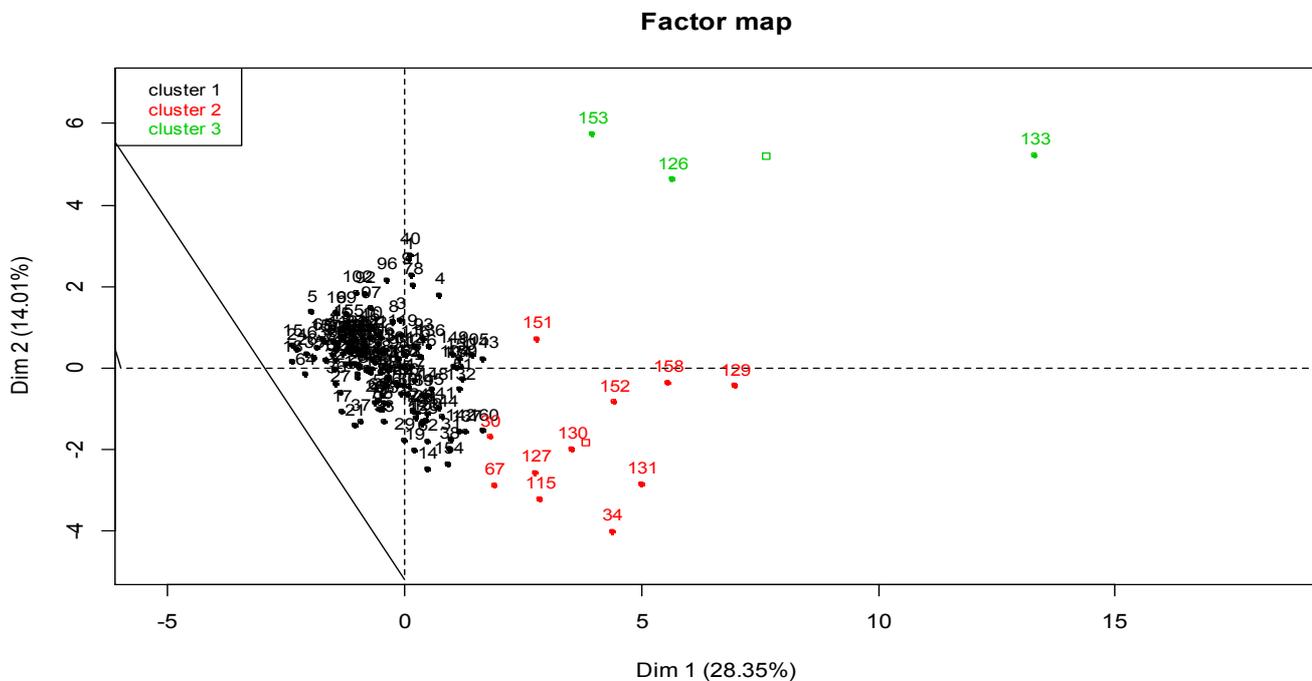


Figure 14 : ACP 2.2 : Regroupement des individus

Les trois groupes d'individus créés dont de taille inégale. Un peu comme précédemment on retrouve :

- Un très grand groupe 1 de quartiers à plus forte densité démographique
- Un groupe 2 de quartiers en altitude et à fort couvert végétal
- Le groupe 3 cette fois est composé de seulement 3 individus très excentrés, à ΔI et ΔR élevés.

L'observation des caractéristiques épidémiques des individus du groupe 3, montre que ces trois quartiers : Joá, Grumari et Pedra de Guaratiba possèdent effectivement des ΔI et ΔR très élevés, jusqu'à 10 fois supérieurs à la moyenne.

La recherche des données initiales d'incidence de la dengue pour ces trois quartiers révèle que ces derniers présentent des valeurs d'incidence record.

En effet, on observe des taux incidence mensuels, au cours de l'épidémie de 2011, qui vont jusqu'à dépasser la valeur de 50%. Cette valeur représentant le nombre de nouveaux malades au cours d'un mois parmi la population du quartier, elle paraît malheureusement très improbable et probablement erronée.

3.3.3 ACP 2.3 : Caractères actifs, ΔI actif

Pour cette dernière ACP, il a été choisi de ne pas inclure les ΔT et ΔR mais de ne faire intervenir que l'écart ΔI .

Variables factor map (PCA)

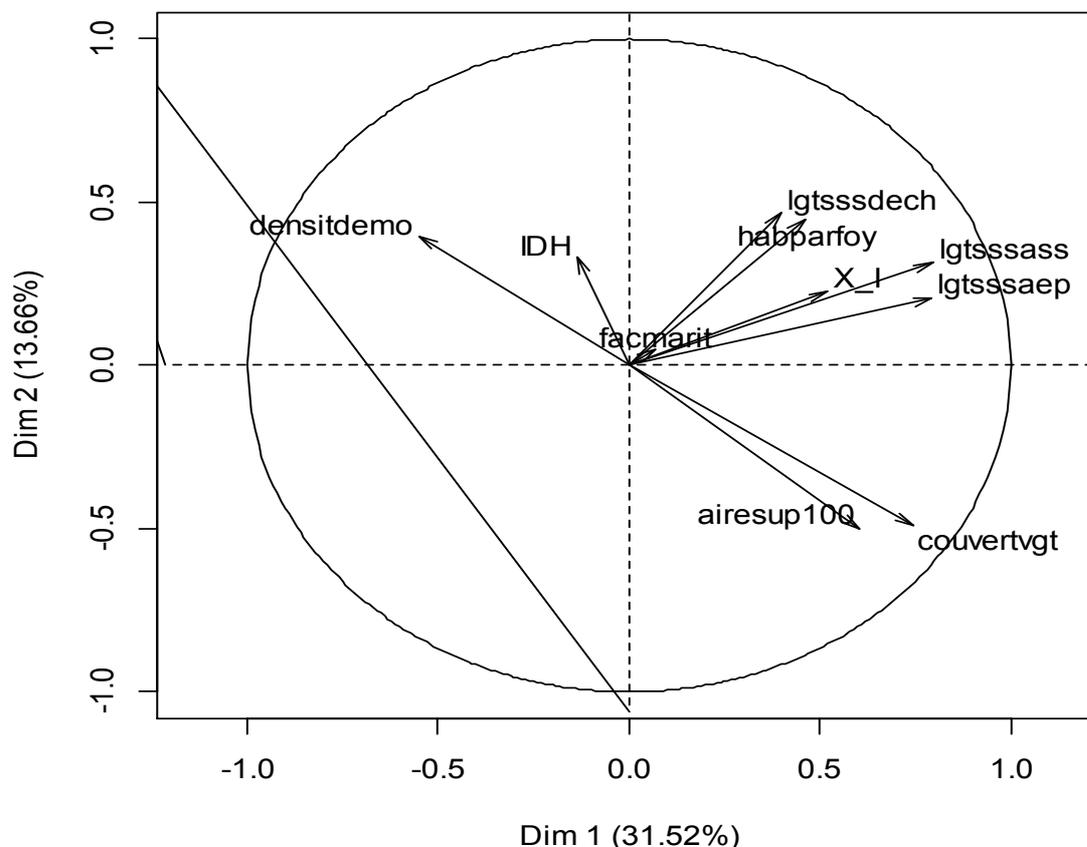


Figure 15 : ACP 2.3 - Représentation des variables

La représentation des variables montre les mêmes corrélations inter-caractères que précédemment.

Cependant cette fois le vecteur du ΔI est presque colinéaire du vecteur représentatif des variables *lgtsass* et *lgtsaep*.

Ce résultat suggère alors que les quartiers dans lesquels l'incidence de la dengue est la plus élevée sont ceux qui sont mal pourvus en infrastructures d'adduction d'eau potable et d'évacuation des eaux usées.

De plus, ΔI apparaît également corrélé avec les variables *lgtsddech* et *habparfoy*, ce qui semble indiquer un lien entre un taux d'incidence élevé et des logements plus peuplés que la moyenne, avec un service de ramassage des déchets limité.

Le regroupement des individus reste très proche de celui de l'analyse précédente.

V. DISCUSSION SUR LES LIMITES ET POURSUITES DU PROJET

A la suite de cette étude, comme pour tout travail expérimental, il est bon de prendre du recul par rapport aux recherches menées, aux données traitées et aux conclusions tirées. Dans cette partie, une critique constructive du projet sera entreprise afin de tenter de mettre en lumière les biais expérimentaux, les limites de l'étude et d'évaluer quelles méthodes expérimentales auraient pu être mieux adaptées.

1 Les données d'incidence de la dengue

Les données de santé seront tout d'abord discutées. Dans un premier temps on évaluera la qualité des données brutes, et leur mise en forme et utilisation dans un second temps.

1.1 Les données brutes

Le fichier de données brutes original était très complet. Il regroupait les taux d'incidence par habitant de la dengue dans les 160 quartiers de Rio. Les données s'étalaient sur 14 ans de janvier 2000 à décembre 2013, soit 168 mois ce qui est donc assez étalé dans le temps et récent pour que l'étude représente bien des phénomènes actuels.

Seules 11 taux d'incidence étaient manquants, soit un taux de complétude des données de 99,96.

Cependant d'autres valeurs restaient manquantes. Ainsi, pour 5 quartiers, les données antérieures à 2011 étaient toutes nulles. Il semble donc que ces zones n'étaient pas immunisées contre la dengue, mais que le système de collecte des données n'était pas en place. (Parmi ces 5 quartiers, 3 ont été créés plus tardivement par la division de quartiers déjà existants)

Enfin, les derniers résultats de l'étude ont permis de mettre en évidence des données semblant erronées.

Les valeurs étant présentées comme des taux d'incidence par habitant, elle représentent la part de la population nouvellement infectée par le virus au cours du mois. Cependant certains quartiers présentaient des taux supérieurs à 0,5 en un mois, soit 50% de la population nouvellement infectée, et supérieurs à 1 sur 3 mois.

On peut vraisemblablement conclure à des valeurs aberrantes, peut être liées à une erreur de multiplication par une puissance de 10.

Il est cependant impossible d'évaluer la part des données présentant une erreur.

Les données brutes utilisées étaient donc très complètes, malheureusement une part incertaine des valeurs était erronée et on ne peut alors pas conclure sur la qualité des données brutes fournies par le Ministère de la Santé. Il est également difficile, sans les

fichiers de données intermédiaires, de déterminer à quelle étape de la collecte et de la compilation des données l'erreur a été effectuée.

1.2 La mise en forme des données d'incidence

1.2.1 Annualisation des données

Il est utile de se pencher sur les premiers choix réalisés pour l'utilisations des données d'incidence de façon simplifiée. Ainsi, plutôt que de garder le tableau à 168 mois et 157 quartiers, on a tout d'abord fait le choix de regrouper les 14 années de données sur une seule année représentant la variation annuelle moyenne de l'incidence de la dengue au cours de ces 14 années.

On passe alors à un tableau toujours de 157 lignes mais avec seulement 12 colonnes. Ce choix peut être considéré comme un biais puisqu'il 'lisse' la courbe annualisée, et ne tiens pas compte des années ayant connu des épidémies record par rapport aux années avec peu de cas rapportés.

1.2.2 Le choix des Deltas

Un autre choix concernant ces données a été de limiter les données d'incidence annuelle moyenne à des écarts de chacun des quartiers par rapport à la moyenne de toute la ville de Rio. Ces trois 'Deltas' définis à partir de la forme caractéristique des courbes permettent de limiter encore plus le jeu de données à un tableau à 157 lignes et 3 colonnes, cependant ils représentent également une perte d'information. De plus les premiers résultats ont révélé que deux de ces écarts, ΔI et ΔR étaient très corrélés et quasi-équivalents, la différence de l'intensité du pic épidémique se retrouvant dans le 'bruit de fond' des périodes plus sèches, moins propices au développement du vecteur.

Ces deux types d'approximations, même si nécessaires afin de limiter la taille du jeu de données, représentent une perte d'information. Cependant dans le cas particulier de ces données, d'après la forme des courbes présentant un pic épidémique en période humide et un taux d'incidence 'réservoir' en temps sec, on voit mal quels indicateurs seraient plus représentatifs que ces Deltas, à part conserver les courbes annuelles moyenne pour chaque quartier.

2 Le choix des indicateurs

Après les données de santé, ce sont les variables descriptives des quartiers qui peuvent être discutées. Ces caractères géographiques ou anthropiques se veulent des indicateurs de caractéristiques sociales, économiques, de santé environnementales, liées aux logements ou aux infrastructures des quartiers.

2.1 Critique des données récoltées et biais expérimentaux

2.1.1 Approximations sur la date des données

Un des critères indispensables dans la recherche de ces variables était leur disponibilité à l'échelle des quartiers de Rio. Cependant le critère d'actualité temporelle n'a pas été considéré indispensable. Ainsi pour une partie des critères, on disposait des données suite à une campagne ou à un recensement réalisé à une année précise. Les données ont donc été utilisées comme si ce critère n'avait pas évolué de 2000 à 2013 et était toujours resté égal à sa valeur à la date de la mesure.

C'est le cas de la population, donnée transverse influant plusieurs des critères comme la densité démographique ou le nombre d'habitant par foyer. La donnée de population étant issue du recensement de 2010, on a considéré que la population n'avait pas évolué de 2000 à 2010, puis de 2010 à 2013. Dans une ville dynamique et en perpétuel mouvement et développement comme Rio de Janeiro, c'est une approximation très forte.

Il aurait ainsi fallu utiliser des projections de données de population afin d'être capable de pondérer les caractères des quartiers en fonction de l'évolution de leur population.

Le même type d'approximation a été réalisé pour la plupart des variables telles que le revenu moyen, l'IDH, l'espérance de vie, le couvert végétal...

2.1.2 Disponibilité et accès aux données

Une limite au cours de cette étude a été la disponibilité des données. En effet, la partie de sélection des variables ne s'étant déroulée sur place mais au retour du Brésil, l'accès aux données était donc plus difficile. Ne disposant pas du temps ou du budget nécessaire pour réaliser une campagne de mesures, ou des enquêtes, les variables choisies devaient tout d'abord déjà avoir été enregistrées.

D'autre part, la recherche se faisant principalement sur les sites et portails des institutions brésiliennes, les données devaient être publiques, accessibles et libres de droits.

2.2 Autres données utilisables

Les données disponibles en tenant compte de ces deux contraintes étaient donc relativement limitées. Aussi, la démarche expérimentale a été quelque peu inversée. Au lieu de chercher des données permettant de servir d'indicateur pour une variable souhaitée, les indicateurs ont plutôt été sélectionnés parmi les données disponibles.

Par exemple, aucune des données disponibles ne permettait de décrire la présence du moustique dans les quartiers. Il aurait été très appréciable de disposer pour chaque quartier de l'index de Breteau associé, permettant de décrire la présence d'*Aedes aegypti*.

A défaut, la surface d'eau stagnante aurait également pu être utilisée comme potentiel facteur explicatif de reproduction du vecteur.

3 Poursuites envisageables

Au vu des résultats de cette étude, quelles suites donner à ce projet ?

Cette étude a tout d'abord le mérite d'avoir pu mettre en évidence un grand nombre de soucis, de limites et de biais expérimentaux.

Même si des problèmes indépendants du projet ont été rencontrés au cours des recherches, le sujet reste très intéressant, et d'avenir avec les changements climatiques actuels et le développement de nouvelles pathologies.

Il mérite donc d'être poursuivi, en tirant certaines conclusions de cette étude, que cette dernière partie a aidé à mettre en évidence.

Un nouveau projet ayant pour but la mise en évidence de facteurs explicatifs de l'incidence de la dengue peut être envisagé.

Les données brutes initiales doivent être bien mises en forme, contrôlées et une attention toute particulière doit être apportée à leur provenance, afin que les données soient prises au plus près de la source d'information.

Les variables à décrire devront être bien ciblées, et on définira des indicateurs permettant de les représenter du mieux possible. La récolte des données sera donc faite en fonction des indicateurs désirés et des variables à décrire.

La méthode ACP pourra être poursuivie et développée afin de l'adapter au projet.

Sans espérer découvrir de 'nouvelles' relations de causalité à partir des corrélations entre les variables choisies, on pourra essayer de mieux comprendre en quoi certains facteurs peuvent être déterminant dans la prolifération du vecteur de la dengue, la transmission du virus et la progression de la maladie.

CONCLUSION

Les recherches menées au cours de cette étude ont permis de mettre en avant des résultats intéressants. Si les variables sélectionnées n'ont pas clairement été identifiées comme des facteurs explicatifs de la variation annuelle moyenne de la dengue dans les quartiers de Rio de Janeiro, les résultats obtenus permettent tout de même de tirer des conclusions importantes.

Parmi les variables descriptives de l'environnement et des conditions de vie de la population, certaines ont révélé une forte corrélation deux à deux. Ces liens ont autorisé des regroupements de variables, limitant le jeu de données.

Il a par exemple été montré d'une part que des variables comme le revenu moyen par habitant, l'espérance de vie à la naissance et l'Indice de Développement Humain pouvaient être considérées comme équivalentes. Ce résultat était prévisible car les deux premières variables interviennent dans le calcul de l'IDH.

D'autre part, il a été trouvé des liens entre l'altitude, le couvert végétal, une faible densité de population et une faible proportion d'aire urbaine dans les quartiers.

Un résultat important est l'absence de lien entre ces deux groupes de variables. Le fait pour un quartier d'être situé en altitude, avec une densité de population faible n'est pas corrélé avec le niveau de développement humain. On aurait pu imaginer le contraire au vu des nombreuses zones de favelas qui se construisent sur les montagnes de Rio.

Le lien qui a été dévoilé entre les écarts ΔI et ΔR a suggéré une étude des courbes de variation de la dengue dans les quartiers, ce qui a permis d'identifier que certains quartiers ont un taux d'incidence de la dengue plus élevé que la moyenne, quelle que soit la période de l'année.

La corrélation entre le retard du pic épidémique dans certains quartiers et la proximité du quartier avec l'océan ou l'une des baies de Rio est aussi intéressante. On peut alors formuler des hypothèses pour imaginer des liens de causalité. Par exemple la présence d'une telle façade maritime pourrait être une explication de la limitation de la propagation du moustique.

Par ailleurs, le lien qui a été montré entre le peu d'infrastructures d'adduction d'eau potable et le faible taux de raccordement au réseau d'eaux usées est peu étonnant.

Cependant l'un des résultats les plus importants de l'étude est la dernière analyse, qui montre une corrélation entre ces deux variables et l'intensité du pic épidémique ΔI .

On peut donc faire l'hypothèse que le manque d'accès à l'eau potable et l'absence de raccordement au réseau d'évacuation des eaux usées sont des facteurs explicatifs d'un taux d'incidence plus élevé lors des périodes d'épidémies.

Ce lien a déjà été montré dans des études liant des données de santé à des caractéristiques socio-économiques (ALMEIDA AS, 2009).

Les biais et limites de l'étude ont également été discutés, afin de pouvoir éventuellement donner une suite au projet, en développant la méthode d'analyse statistique et en utilisant des variables plus diversifiées. Cette méthode de recherche de corrélation entre données de santé et variables descriptives pourrait éventuellement être réutilisée pour d'autres pathologies.

En l'absence d'un traitement adapté à la maladie ou d'un vaccin ayant prouvé son efficacité, les mesures préventives sont la seule solution pour tenter de limiter la progression de maladies à transmission vectorielle comme la dengue.

Les conclusions d'une telle étude seraient donc importants afin d'identifier des facteurs clés intervenant dans le processus de multiplication du virus, de prolifération du moustique ou de la transmission de la maladie. Ces résultats présentés aux organismes décideurs permettraient la mise en place de mesures préventives mieux ciblées, et donc plus efficaces.

Bibliographie

- ALMEIDA AS et al., 2009, *Spatial analysis of dengue and the socioeconomic context of the city of Rio de Janeiro (Southeastern Brazil)*, Rev Saude Publica, Aug;43(4):666-73.
- ANDREAZZI MA, BARCELLOS C, HACON S., 2007, *Old indicators for new problems: the relationship between sanitation and health*. Rev Panam Salud Publica. Sep;22(3):211-7.
- ARUNACHALAM N et al., 2010, *Eco-bio-social determinants of dengue vector breeding: a multicountry study in urban and periurban Asia*, Bull World Health Organ, 88:173–184
- BARCELLOS C, PUSTAI AK, WEBER MA, BRITO MR., 2005, *Identification of places with potential transmission of dengue fever in Porto Alegre using Geographical Information Systems*. Rev Soc Bras Med Trop. May-Jun;38(3):246-50.
- BEAUPOIL A, 2010, *Etude de faisabilité pour l'évaluation d'impact sur la santé d'un projet d'assainissement intégré de Bamako, Mali*; EHESP-AFD.
- BOSCO SIQUEIRA J et al., 2005, *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, Brazil, 1981-2002*, Emerging Infectious Diseases, Jan;11(1):48-53.
- CARDOSO A et al., 2004, *Desenvolvimento Humano e condições de vida na cidade do Rio de Janeiro*, Coleção Estudos Cariocas, www.armazemdedados.rio.rj.gov.br N°20040101
- CARLTON EJ, LIANG S, MCDOWELL JZ, LI H, LUO W, REMAIS JV., 2012, *Regional disparities in the burden of disease attributable to unsafe water and poor sanitation in China*. Bull World Health Organ. Aug 1;90(8):578-87.
- DICKIN SK, SCHUSTER-WALLACE CJ, ELLIOTT SJ, 2013, *Developing a Vulnerability Mapping Methodology: Applying the Water-Associated Disease Index to Dengue in Malaysia*, PLoS ONE 8(5): e63584.
- FANSIRI T et al., 2013, *Genetic Mapping of Specific Interactions between Aedes aegypti Mosquitoes and Dengue Viruses*, Plos Genetics.
- GIBSON G et al., 2014, *Conditions of the household and peridomicile and severe dengue: a case-control study in Brazil*, Infection Ecology and Epidemiology, 4: 22110.
- GUBLER DJ., 2011, *Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21(st) Century*. Trop Med Health. Dec;39(4 Suppl):3-11.
- HONORIO NA, LOURENCO DE OLIVEIRA R, 2001, *Frequency of Aedes aegypti and Aedes albopictus larvae and pupae in traps, Brazil*, Rev Saúde Pública, 35(4):385-91.
- HONORIO NA, NOGUEIRA RMR, CODECO CT, CARVALHO MS, CRUZ OG et al., 2009, *Spatial Evaluation and Modeling of Dengue Seroprevalence and Vector Density in Rio de Janeiro, Brazil*, PLoS Negl Trop Dis, Nov;3(11):e545
- HONORIO NA et al., 2009, *The spatial distribution of Aedes aegypti and Aedes albopictus in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil*, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, Jun;25(6):1203-14.

KOLSKY PJ, BLUMENTHAL UJ., 1995, *Environmental health indicators and sanitation-related disease in developing countries: limitations to the use of routine data sources*. World Health Stat Q., 48(2):132-9.

LAGROTTA MT et al., 2008, *Identification of key areas for Aedes aegypti control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil*, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, Jan;24(1):70-80.

LOWE R, BARCELLOS C et al., 2014, *Dengue outlook for the World Cup in Brazil: an early warning model framework driven by real-time seasonal climate forecasts*, The Lancet Infectious Diseases, Jul;14(7):619-626.

LUZ PM et al., 2003, *Uncertainties Regarding Dengue Modeling in Rio de Janeiro, Brazil*, Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Oct;98(7): 871-878.

MACIEL DE FREITAS R. et al., 2010, *Influence of the spatial distribution of human hosts and large size containers on the dispersal of the mosquito Aedes aegypti within the first gonotrophic cycle*, Medical and Veterinary Entomology 24,74–82.

MACIEL DE FREITAS R. et al., 2008, *Occurrence, productivity and spatial distribution of key- premises in two dengue-endemic areas of Rio de Janeiro and their role in adult Aedes aegypti spatial infestation pattern*, Tropical Medicine and International Health, Dec;13(12):1488-94.

MITRA AK, RODRIGUEZ-FERNANDEZ G., 2010, *Latin America and the Caribbean: assessment of the advances in public health for the achievement of the Millennium Development Goals*. Int J Environ Res Public Health. May;7(5):2238-55.

MOCELLIN MG et al., 2009, *Bromeliad-inhabiting mosquitoes in an urban botanical garden of dengue endemic Rio de Janeiro. Are bromeliads productive habitats for the invasive vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus ?*, Mem Inst Oswaldo Cruz, Dec;104(8):1171–76.

MONDINI A, CHIARAVALLOTI NETO F., 2007, *Socioeconomic variables and dengue transmission*, Rev Saude Publica, Dec;41(6):923-30.

MULLIGAN K, 2013, *Dengue and development: a critical political ecology*, Open Access Dissertations and Theses of Mc Master University, Paper 7627.

QUINTERO J et al., 2014, *Ecological, biological and social dimensions of dengue vector breeding in five urban settings of Latin America: a multi-country study*, BMC Infectious Diseases, 14:38.

RANDOLPH SE, ROGERS DJ., 2010, *The arrival, establishment and spread of exotic diseases: patterns and predictions*. Nat Rev Microbiol. May;8(5):361-71.

SERPA LLN et al., 2006, *Seasonal variation of Aedes aegypti and Aedes albopictus in a city of Southeastern Brazil*, Rev Saude Publica Dec;40(6):1101-5.

TEXEIRA TR, CRUZ OG, 2011, *Spatial modeling of dengue and socio-environmental indicators in the city of Rio de Janeiro, Brazil*, Cas. Saude Publica, Rio de Janeiro, Mar;27(3):591-702.

VEZZANI D, Carbajo AE, 2008, *Aedes aegypti, Aedes albopictus, and dengue in Argentina: current knowledge and future directions*, Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Feb;103(1): 66-74.

Liste des Annexes

ANNEXE I : CARTE DES QUARTIERS DE RIO DE JANEIRO

ANNEXE II: FICHE DE DECLARATION OBLIGATOIRE DES CAS DE DENGUE

ANNEXE III : NOUVELLE DECLARATION DES CAS DE DENGUE

ANNEXE IV : ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

ANNEXE I: FICHE DE DECLARATION OBLIGATOIRE DES CAS DE DENGUE

República Federativa do Brasil SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO
 Ministério da Saúde FICHA DE INVESTIGAÇÃO **DENGUE**

Nº

CASO SUSPEITO: Paciente com febre com duração máxima de 7 dias, acompanhada de pelo menos dois dos seguintes sintomas: cefaléia, dor retroorbital, mialgia, artralgia, prostração, exantema e com exposição à área com transmissão de dengue ou com presença de *Aedes aegypti* nos últimos quinze dias.

Dados Gerais	1	Tipo de Notificação		2 - Individual						
	2	Agravado/doença		Código (CID10)	3	Data da Notificação				
	4	UF	5	Município de Notificação	Código (IBGE)					
Notificação Individual	6	Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)		Código	7	Data dos Primeiros Sintomas				
	8	Nome do Paciente			9		Data de Nascimento			
	10	(ou) Idade	11	Sexo	12	Gestante	13	Raça/Cor		
Dados de Residência	14	Escolaridade								
	15	Número do Cartão SUS		16			Nome da mãe			
	17	UF	18	Município de Residência	Código (IBGE)	19	Distrito			
	20	Bairro		21		Logradouro (rua, avenida,...)	Código			
	22	Número	23		Complemento (apto., casa, ...)	24		Geo campo 1		
Dados laboratoriais	25	Geo campo 2		26		Ponto de Referência	27	CEP		
	28	(DDD) Telefone		29		Zona	30		Pais (se residente fora do Brasil)	
	Dados laboratoriais e conclusão (dengue clássico)									
	Inv.	31	Data da Investigação		32				Ocupação	
Dados laboratoriais	Exame Sorológico (IgM)		Isolamento Viral							
	33	Data da Coleta		34	Resultado		35	Data da Coleta		
	RT-PCR		Histopatologia		Imunohistoquímica					
	37	Data da Coleta		38	Resultado		39			Sorotipo
	40	Resultado			41		Resultado			
Conclusão	42		Classificação Final			43			Critério de Confirmação/Descarte	
	Os casos de dengue com complicações, FHD e SCD: preencher a página seguinte.									
	Local Provável de Infecção (no período de 15 dias)									
44		O caso é autóctone do município de residência?		45	UF	46			Pais	
47		Município		Código (IBGE)		48		Distrito	49	Bairro
50		Doença Relacionada ao Trabalho		51		Evolução do Caso				
52		Data do Óbito		53		Data do Encerramento				

Dengue

Sinan NET

SVS 25/09/2006

ANNEXE II : NOUVELLE DECLARATION DES CAS DE DENGUE

Anexo I

Nova classificação de casos de dengue

Suspeito

Pessoa que viva ou tenha viajado nos últimos 14 dias para área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha a presença de *Ae. Aegypti*, que apresenta febre, usualmente entre 2 e 7 dias, e apresente duas ou mais das seguintes manifestações:

- Náusea, vômitos;
- Exantema;
- Mialgias, artralgia;
- Cefaleia, dor retroorbital;
- Petéquias ou prova do laço positiva;
- Leucopenia

Também pode ser considerado caso suspeito toda criança proveniente ou residente em área com transmissão de dengue, com quadro febril agudo, usualmente entre 2 a 7 dias, e sem foco de infecção aparente.

Caso suspeito de dengue com sinais de alarme

É todo caso de dengue que, no período de defervescência da febre apresenta **um ou mais** dos seguintes sinais de alarme:

- Dor abdominal intensa e contínua, ou dor a palpação do abdomen;
- Vômitos persistentes;
- Acumulação de líquidos (ascites, derrame pleural, pericárdico);
- Sangramento de mucosas;
- Letargia ou irritabilidade;
- Hipotensão postural (lipotímia);
- Hepatomegalia maior do que 2 cm;
- Aumento progressivo do hematócrito

Caso suspeito de dengue grave

É todo caso de dengue que apresenta **um ou mais** dos seguintes resultados:

- **Choque** devido ao extravasamento grave de plasma evidenciado por taquicardia, extremidades frias e tempo de enchimento capilar igual ou maior a três segundos, pulso débil ou indetectável, pressão diferencial convergente ≤ 20 mm Hg; hipotensão arterial em fase tardia, acumulação de líquidos com insuficiência respiratória.
- **Sangramento grave**, segundo a avaliação do médico (exemplos: hematêmese, melena, metrorragia volumosa, sangramento do sistema nervoso central);
- **Comprometimento grave de órgãos** tais como: dano hepático importante (AST o ALT > 1000), sistema nervoso central (alteração da consciência), coração (miocardite) ou outros órgãos.

Confirmado

É todo caso suspeito de dengue confirmado laboratorialmente (sorologia IgM, NS1 teste rápido ou ELISA, isolamento viral, PCR, Imunohistoquímica).

Notas:

- No curso de uma epidemia, a confirmação pode ser feita através de critério clínico-epidemiológico, exceto nos primeiros casos da área, que deverão ter confirmação laboratorial.
- Os casos graves devem ser preferencialmente confirmados por laboratório (sorologia IgM, NS1 teste rápido ou ELISA, isolamento viral, PCR, Imunohistoquímica). Na impossibilidade de realização de confirmação laboratorial específica, considerar confirmação por vínculo epidemiológico com um caso confirmado laboratorialmente.
- Durante surtos, também se considera caso confirmado de dengue aqueles casos notificados que não puderam ser investigados, pois se considera que todos possuem vínculo clínico-epidemiológico.

Óbito

Todo paciente que cumpra os critérios da definição de caso suspeito ou confirmado que morreu como consequência da dengue. Pacientes com dengue e comorbidades que evoluírem para óbito durante o curso da doença, a causa principal do óbito dever ser considerada a dengue.

Nota:

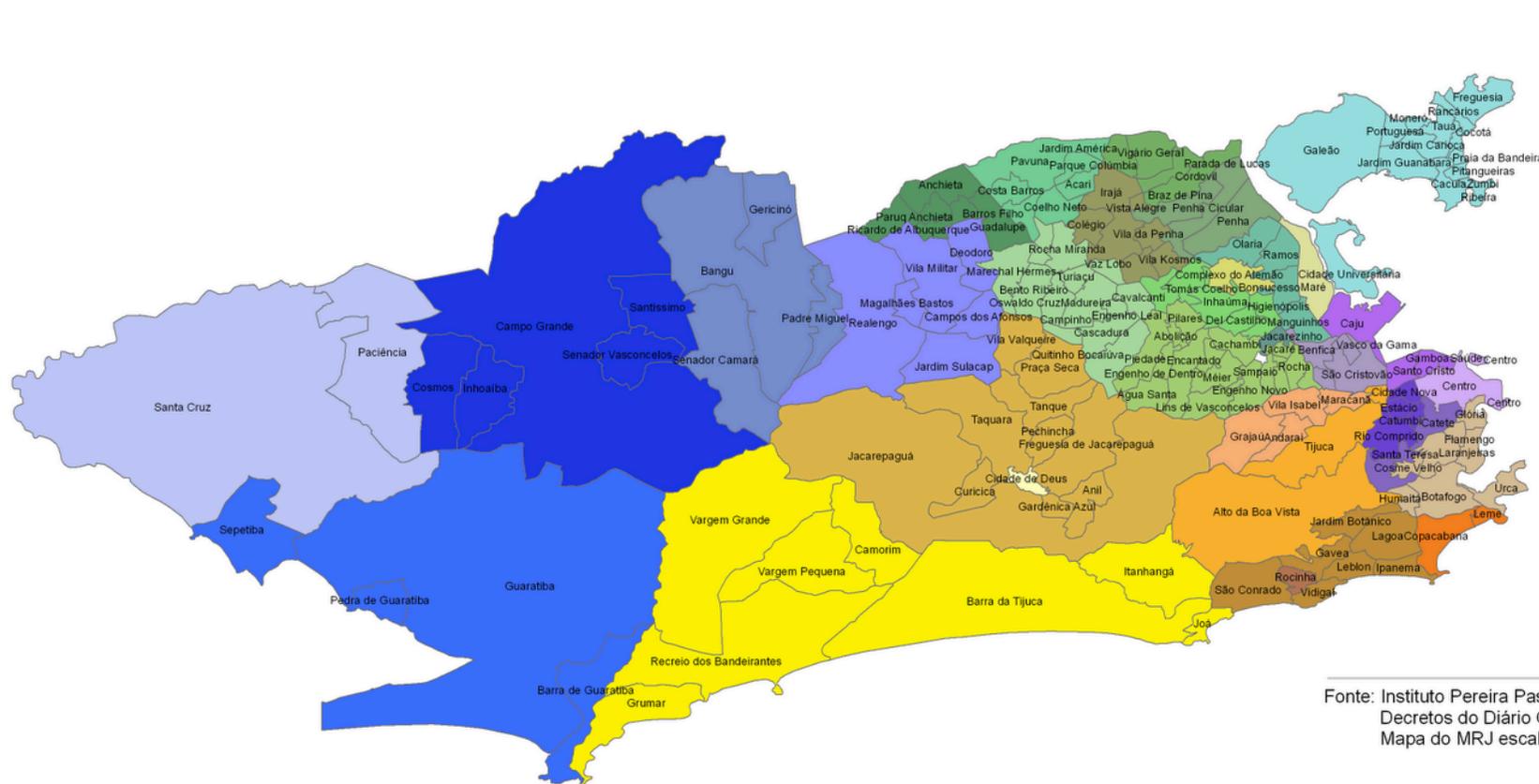
Recomenda-se que os óbitos por dengue sejam revisados por uma comissão interdisciplinar e deve ter estudos laboratoriais específicos para dengue. Na impossibilidade de realização de confirmação laboratorial específica, considerar confirmação por vínculo epidemiológico com um caso confirmado laboratorialmente.

Descartado

Todo caso suspeito de dengue que possui um ou mais dos seguintes critérios:

- Diagnóstico laboratorial negativo. Deve-se confirmar se as amostras foram coletadas no período adequado;
- Não tenha critério de vínculo clínico-epidemiológico;
- Tenha diagnóstico laboratorial de outra entidade clínica;
- Seja um caso sem exame laboratorial, cujas investigações clínica e epidemiológica são compatíveis com outras patologias.

Município do Rio de Janeiro - Divisões Administrativa



Fonte: Instituto Pereira Passos - 2008
 Decretos do Diário Oficial do MRJ.
 Mapa do MRJ escala 1:10.000 - 30/03/2005.



Área de Planejamento 1

Área de Planejamento 2

Área de Planejamento 3

Área de Planejamento 4

Área de Planejamento 5

Região

- Centro
- Ilha de Paquetá
- Portuária
- Rio Comprido
- Santa Theresa
- São Cristóvão

Região

- Botafogo
- Copacabana
- Lagoa
- Rocinha
- Tijuca
- Vila Isabel

Região

- Anchieta
- Complexo do Alemão
- Ilha do Governador
- Inhaúma
- Irajá
- Jacarezinho
- Madureira
- Maré
- Méier
- Penha
- Ramos
- Vigário Geral

Região

- Barra da Tijuca
- Cidade de Deus
- Jacarepaguá

Região

- Bangu
- Campo Grande
- Guaratiba
- Realengo
- Santa Cruz

ANNEXE IV : ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Eléments pour l'interprétation d'une ACP

Les données initiales sont centrées, réduites puis « simplifiées » par ajustement matriciel (<http://www.cnam.fr/math/IMG/pdf/Compos-princip.pdf>, consulté le 19 août 2010) : on remplace un grand nombre de variables par un plus petit nombre de variables explicatives.

Deux composantes principales sont le plus généralement retenues : elles sont des combinaisons linéaires de plusieurs variables avec des poids différents pour chacune. Les variables qui discriminent le mieux les individus sont celles qui apportent le plus de variabilité : elles seront prépondérantes dans chacune des composantes calculées par l'ACP. C'est pour cela que l'on travaille généralement sur des données centrée réduite : on évite qu'une variable à trop forte variance « tire » tout l'effet de l'ACP à elle, mais avec un risque cependant : si la variable n'est qu'un bruit, elle se retrouvera avec une variance apparente égale à une variable informative.

Ces 2 composantes sont indépendantes et sont représentées par les 2 axes principaux (perpendiculaires) des diagrammes résumant les résultats.

On obtient 3 types de diagramme avec les caractéristiques suivantes:

- Le centre des diagrammes correspond à la moyenne de chacune des variables centrées réduites (0)
- Le diagramme de type 1 représente le cercle de corrélation des variables. Un vecteur représente une variable. Sa projection orthogonale sur chacun des deux axes principaux donne sa contribution à l'axe. Un long vecteur parallèle à l'axe y contribue beaucoup (soit positivement soit négativement). La contribution de chacun est calculée et rapportée dans un tableau. 2 vecteurs parallèles entre eux sont corrélés (positivement ou négativement selon le sens des flèches) et 2 vecteurs orthogonaux démontrent de l'indépendance des variables.
- Le diagramme de type 2 dispose les individus (les aires de santé) dans le nouveau repère et permet de visualiser leurs regroupements éventuels.
- Le diagramme de type 3 résume l'information et superpose les 2 diagrammes précédant.

LEFORT

Camille

Octobre 2014

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2014

Étude de la Dengue à Rio de Janeiro et recherche de facteurs explicatifs

FIOCRUZ: Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brésil

Résumé :

La dengue est l'une des maladies à transmission vectorielle les plus répandues sur la planète. Au cours des dernières années, elle a été la cause d'épidémies importantes au Brésil. En l'absence de vaccin, des mesures préventives sont nécessaires pour limiter sa propagation.

Le but de cette étude est donc de mettre en évidence des facteurs explicatifs de l'incidence de la dengue dans la ville de Rio de Janeiro afin de permettre des actions ciblées.

Pour ce faire, des indicateurs représentatifs de l'environnement et des conditions de vie de la population ont été identifiés. Une analyse de données a donc été réalisée entre des variables descriptives des quartiers de Rio, et les taux d'incidence de la dengue associés.

De nombreuses corrélations ont été mises en évidence entre des variables socio-économiques, géographiques et environnementales. Des liens ont également été montrés notamment entre une incidence élevée et une faible proportion d'infrastructures d'adduction d'eau potable et d'assainissement dans les quartiers.

Les biais et limites de l'étude ont été discutés, et ce projet ouvre des perspectives intéressantes pour le lancement de nouvelles recherches afin d'identifier de nouveaux facteurs explicatifs, permettant le ciblage des mesures préventives à Rio de Janeiro.

Mots clés :

Dengue, Incidence, Analyse de données, Indicateurs, Corrélations, Facteurs explicatifs

L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

LEFORT

Camille

Octobre 2014

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2014

Study of Dengue in Rio de Janeiro and search for explanatory factors

FIOCRUZ: Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil

Abstract:

Dengue is among the most global vector-borne diseases on the planet. During the last few years it has been the cause of severe epidemics in Brazil. Without any vaccine, preventive measures are needed to limit its spreading.

This study is aiming to reveal some explanatory factors of dengue incidence in the city of Rio de Janeiro, enabling targeted actions.

To do so, indicators representing the environment and the population's living conditions have been identified. A data analysis has been undertaken between parameters describing Rio's neighborhoods and the associated dengue incidence rates.

Many correlations have been uncovered between socio-economic, geographic and environmental parameters. Links have also been shown between a high incidence rate and a low proportion of drinking water and sewage systems in the neighborhoods.

The limits of this study have been discussed, and this project allows interesting perspectives for the launch of new researches to identify new explanatory factors, enabling targeted preventive measures in Rio de Janeiro.

Keywords:

Dengue, Incidence, Data Analysis, Indicators, Correlations, Explanatory Factors

L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.