



**ENSP**  
ÉCOLE NATIONALE DE  
LA SANTÉ PUBLIQUE

RENNES

---

**Ingénieur du Génie Sanitaire**  
**Promotion 2004**

---

## **Epidémies de choléra en Afrique: Analyse d'une étiologie multifactorielle**

---

**Réalisé par : Thomas JANNY**

Ingénieur chimiste CPE-LYON

**Lieu de stage : ENSP**

**Référent professionnel :**

Mme Michèle LEGEAS

**Référent pédagogique :**

Mme Michèle LEGEAS

---

# Remerciements

---

Mes premiers remerciements vont à Michèle LEGEAS, à la fois référente pédagogique et professionnel de ce mémoire qui, par sa disponibilité et ses conseils, a permis d'orienter ce projet tout au long de sa constitution.

Pour leurs expériences, leurs conseils et leurs volontés de partager et de transmettre leurs connaissances, je tiens à remercier Sylvie BRIAND, anciennement membre de la Global Task Force on Cholera Control à l'OMS et Renaud PIARROUX, Professeur à l'Université de Franche-Comté et acteur non gouvernemental de la lutte contre le choléra en Afrique.

Enfin je remercie Julie THEROUX-SEGUIN, Erwan CARFANTAN et Christophe GOEURY qui, de par leur soutien, m'ont permis de mener ce projet à son terme.

---

# Sommaire

---

<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>1 CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LE CHOLERA.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Historique .....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Approche classique.....	5
1.1.2 Traces antiques.....	6
1.1.3 L'ère classique.....	6
1.1.4 Le visage moderne.....	8
1.1.5 Fausse crainte d'une 8 <sup>ème</sup> pandémie ?.....	10
1.1.6 Situation actuelle .....	10
<b>1.2 De l'agent pathogène à l'épidémie : écologie, microbiologie et épidémiologie générales</b>	<b>11</b>
1.2.1 Agent pathogène.....	11
a) Microbiologie .....	11
b) Ecologie .....	11
1.2.2 Facteurs de virulence et manifestations cliniques.....	12
1.2.3 Diagnostic et traitement.....	13
a) Diagnostic .....	13
b) Traitements .....	13
1.2.4 Epidémiologie générale .....	14
a) Sources .....	14
b) Voies de contamination et transmission.....	16
c) Population exposée.....	18
<b>2 DETREMINANTS DES EPIDEMIES DE CHOLERA : TYPOLOGIE D'UNE</b>	
<b>ETIOLOGIE COMPLEXE ET MULTIDIMENSIONNELLE .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Réalité complexe : approches épidémiologiques de la notion de maladie.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Positionnement face à la complexité : l'approche systémique .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Concepts et définitions .....</b>	<b>22</b>
2.3.1 Endémie .....	22
2.3.2 Epidémie .....	23
2.3.3 Déterminants, facteurs, situation à risque .....	23
2.3.4 Conjonction de déterminants et facteur de rupture.....	24
<b>2.4 De l'environnemental au social, du micro au macro : présentation exhaustive des</b>	
<b>possibles déterminants et situations à risque .....</b>	<b>24</b>

2.4.1	Généralités sur les déterminants .....	24
2.4.2	Facteurs d'apparition du choléra : le premier cas .....	25
2.4.3	L'accès à l'eau : facteur central des épidémies de choléra .....	25
2.4.4	Facteurs environnementaux.....	26
a)	Facteurs écologiques .....	26
b)	Facteurs climatiques et naturels .....	26
2.4.5	Facteurs sociodémographiques .....	27
a)	Surpopulation et promiscuité : densité.....	27
b)	Etat sanitaire et hygiène .....	27
c)	Dynamique démographique.....	28
2.4.6	Facteurs microsociaux.....	28
a)	Les pratiques culinaires .....	28
b)	Les pratiques hygiéniques .....	29
c)	Les pratiques médicales et les conceptions culturelles de la maladie .....	29
d)	Les pratiques mortuaires .....	29
e)	Les pratiques utilitaires.....	29
f)	La relation microscopique Eau-Personne.....	29
2.4.7	Facteurs politiques et économiques.....	29
a)	Facteurs structurels.....	30
b)	Facteurs économiques.....	30
c)	Situations politiques à risque.....	31

### **3 EPIDEMIOLOGIE DU CHOLERA EN AFRIQUE ET PREVISIBILITE DES EPIDEMIES..... 33**

#### **3.1 Sources et démarche retenue..... 33**

3.1.1	Sources utilisées.....	33
3.1.2	A situations variées, épidémiologies diverses .....	33
3.1.3	Démarche .....	34

#### **3.2 Système de déclaration OMS..... 34**

3.2.1	Définition de cas .....	34
3.2.2	Déclaration.....	35
3.2.3	Limites et utilisation.....	35

#### **3.3 Diversité épidémiologique en Afrique ..... 36**

3.3.1	L'Afrique du Nord épargnée ? .....	36
3.3.2	Le Mali : cas particulier du Sahel ? .....	36
a)	L'épidémie de 2003 au Mali.....	36
b)	Le Sahel : zone épidémiologique homogène.....	38
3.3.3	La Côte d'Ivoire : une goutte dans l'Afrique de l'Ouest.....	39
a)	Exemple d'épidémie urbaine .....	39

b)	Diversité des situations en Afrique de l'Ouest.....	40
3.3.4	La région des Grands Lacs : fatalisme politique et endémisation.....	41
a)	Conflits et déplacements de population : l'inacceptable épidémie de 1994.....	41
b)	La situation des grands lacs : vers l'endémisation anthropo-sociale .....	42
3.3.5	Le Mozambique : l'endémisation environnementale du choléra en Afrique australe .....	42
a)	Les facteurs climatiques comme facteurs de rupture .....	42
b)	L'Afrique australe : l'avancée du choléra et Sida .....	43
3.3.6	L'Afrique orientale et le cas des îles .....	44
a)	L'Afrique orientale .....	44
b)	Les Comores et Madagascar.....	45
<b>3.4</b>	<b>Synthèse des profils épidémiologiques macroscopiques du choléra en Afrique.....</b>	<b>45</b>
3.4.1	Zones d'endémo-épidémie écobiologique .....	46
3.4.2	Zones d'endémie antropo-sociale .....	46
3.4.3	Zones d'épidémies tournantes .....	46
3.4.4	Zones épidémiques .....	47
<b>3.5</b>	<b>Discussion sur les possibilités de prévision du cholera en Afrique .....</b>	<b>47</b>
3.5.1	Prédiction à l'échelle continentale.....	47
3.5.2	Prédiction de l'occurrence à l'échelle régionale .....	48
a)	Pays d'endémicité environnementale .....	48
b)	Autres profils épidémiologiques .....	48
	<b><i>Conclusion.....</i></b>	<b>49</b>
	<b><i>Bibliographie.....</i></b>	<b>50</b>
	<b><i>Liste des annexes.....</i></b>	<b>53</b>
	<b>Annexe 1 : Carte de l'Afrique .....</b>	<b>54</b>
	<b>Annexe 2 : Cas de choléra du Mali par année - 7<sup>ème</sup> pandémie .....</b>	<b>55</b>
	<b>Annexe 3 : Cas de choléra de la Côte d'Ivoire par année - 7<sup>ème</sup> pandémie .....</b>	<b>56</b>
	<b>Annexe 4 : Cas de choléra de la RDC par année - 7<sup>ème</sup> pandémie .....</b>	<b>57</b>
	<b>Annexe 5 : Cas de choléra du Mozambique par année - 7<sup>ème</sup> pandémie .....</b>	<b>58</b>
	<b>Annexe 6: Cartographie du nombre de cas de choléra en 2000 en Afrique .....</b>	<b>59</b>

## INTRODUCTION

Proposé conjointement par l'ENSP et le Res'Eaux avec l'appui de professionnels de l'OMS, ce mémoire était initialement orienté vers la recherche d'indicateurs pertinents pour la mesure du risque d'épidémies liées à l'eau. Pour des raisons de temps comme de faisabilité, il s'est rapidement recentré sur une analyse des déterminants d'une pathologie à la fois particulière et représentative des maladies hydriques à transmission directe: le choléra. Cette étude consiste donc d'abord en une tentative de formaliser une typologie des déterminations multifactorielles du choléra tout en soulignant la complexité de la relation santé-maladie.

Le champ d'étude retenu est le continent africain au niveau géographique et la 7<sup>ème</sup> pandémie au niveau temporel pour lesquels les données épidémiologiques (incidence, décès, létalité) sont disponibles sur le site de l'OMS [6] par année et par pays. En couplant ces données avec celles de sources universitaires, institutionnelles ou non gouvernementales, et en s'appuyant sur la typologie constituée, nous tenterons d'établir pour les différentes sous-régions africaines, à travers l'analyse plus précise des dynamiques épidémiologiques d'un de leurs pays, quel sont les facteurs d'émergence et de des épidémies.

La démarche retenue est la suivante. Afin d'être exhaustif, nous avons choisi dans une première partie de donner une perspective historique du choléra qui permettra de saisir son caractère pandémique et l'intérêt de santé publique qui soutient cette recherche. Puis nous synthétiserons les connaissances microbiologiques, écologiques et épidémiologiques qui constituent le socle des réflexions sur le choléra. Dans une seconde partie nous mènerons une réflexion critique de l'inférence causale et proposerons une approche systémique de l'interaction santé-choléra. Elle se concrétisera dans une typologie des « déterminants » du choléra permettant une meilleure compréhension du phénomène. L'utilisation *a posteriori* de cette typologie pour l'analyse de cas concrets d'épidémies africaines et l'établissement des facteurs d'émergence et de propagation constituera le corps de la troisième partie. Elle nous permettra de souligner la pluralité des comportements épidémiologiques du choléra en Afrique consécutive des diversités sociodémographique, politique et environnementale et nous permettra une discussion sur la prévisibilité à l'échelle continentale et locale.

# 1 CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LE CHOLERA

## 1.1 Historique

### 1.1.1 Approche classique

L'*histoire naturelle* du choléra repose principalement sur une vision linéaire de l'évolution épidémiologique de cette maladie à travers le temps. Sa constitution fut lourdement influencée par les découvertes microbiologiques et les concepts ontologiques de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, par le développement de l'épidémiologie analytique avec les réflexions alors novatrices de Snow [1] et enfin par la mise en place plus récente de systèmes de surveillance épidémiologique par les pays comme par les institutions internationales, censés traquer sur la base de définition de cas la réalité objective du phénomène.

La vision *classique* de cette histoire de la maladie que nous nous proposons de présenter ici nécessiterait vraisemblablement une relecture *moderne* s'inspirant d'un prisme d'analyse anthropo-environnemental plutôt que « naturaliste », d'une approche socio-dynamique de la maladie et d'une conception complexe de celle-ci. Elle nécessiterait simultanément la mise en perspective de l'évolution sociodémographique mondiale, de la modification anthropique de l'environnement, du rapport des personnes à celui-ci et enfin intégrerait les découvertes écologiques et génétiques concernant *Vibrio cholerae*.

Nous nous contenterons d'insister tout en la relativisant sur une réalité historique primordiale du choléra : sa capacité de diffusion globale, son pouvoir pandémique. Cette essence première du choléra fonde une partie de sa complexité et l'entièreté de son histoire. On peut réellement parler de *visage moderne* de la maladie pour ce qui est de la septième pandémie en contrepoids de son *visage classique*, celui des six premières. Cette articulation se trouve nettement soulignée dans la majorité des textes relatifs au choléra à travers le terme de « réémergence ». Elle prend son sens dans la découverte d'une nouvelle souche, O1 El Tor, mais aussi dans l'atteinte et l'enracinement du choléra dans de nouveaux territoires, en particulier l'Afrique. L'impact de celui-ci mis en regard des moyens technologiques à même de le canaliser est partie intégrante de cette « modernité » contradictoire.

Le caractère pandémique du choléra tel que nous l'analyserons ci-dessous constitue l'histoire globale de cette pathologie. La nécessité de la comprendre ne doit pas éclipser l'histoire épidémiologique « micro » du choléra ou plus exactement les différentes histoires et types épidémiologiques du choléra. La construction d'histoires régionales voire nationales du choléra semble être une clef pour la compréhension de l'épidémiologie spécifique à un

continent, à une région ou à un pays. C'est pourquoi nous nous concentrerons sur celle de la 7<sup>ème</sup> pandémie en Afrique, matière première de ce travail.

Enfin nous souhaitons aussi insister sur une coloration toujours d'actualité de l'histoire du choléra : le fatalisme général qui la constitue. La perception même de la maladie –dans notre cas, la difficulté d'appréhender sa complexité- s'insinue dans l'histoire qu'on en fait. La description logique de l'histoire naturelle du choléra est passive et pessimiste car elle ne se constitue qu'en tant qu'histoire isolée d'un phénomène subi et non en tant qu'histoire du choléra comme évolution du choléra dans l'Histoire.

### **1.1.2 Traces antiques**

Le choléra semble exister depuis plus de deux millénaires. Les premières traces écrites qui attestent de sa présence sont des textes sanskrits de Susruta datant de 2 500 ans. Le nom *choléra* trouve son origine dans l'Antiquité grecque : il signifiait vraisemblablement *écoulement de bile*. Cette maladie était alors confinée dans le delta du Gange et plus précisément à l'actuel Bangladesh, débordant épisodiquement sur les territoires limitrophes d'Extrême-Orient. Le XV<sup>ème</sup> et XVI<sup>ème</sup> siècles marquèrent le début des explorations maritimes intercontinentales. Notre connaissance occidentale du choléra se précise : en 1503, un officier de Vasco de Gama décrit une épidémie dévastatrice de diarrhées rapidement mortelles (8 heures) responsable de 20 000 morts à Calicut. En 1563, le caractère épidémique du choléra fut souligné par Garcia del Huerto, physicien portugais à Goa en Inde.

### **1.1.3 L'ère classique**

Le développement et la systématisation du commerce maritime, les échanges intercontinentaux marquent en 1817 le début de l'ère classique du choléra caractérisée par les 6 premières pandémies présentées dans le tableau 1.

C'est en 1854, avant l'identification formelle de *Vibrio cholerae* par Koch en 1883 [2] que J. Snow reconnut le rôle primordiale de l'eau dans la diffusion du choléra [1].

Il semble clair que le progrès technique et en particulier l'accélération des moyens de transports maritimes constituent l'explication la plus plausible de la dissémination globale du choléra. Son temps d'incubation très court constituait apparemment jusqu'à l'avènement de la technologie à vapeur une barrière efficace.



La 6<sup>ème</sup> pandémie ne toucha ni l'Europe, ni l'Amérique du Nord : les mesures d'hygiène associées au développement de la société industrielle occidentale et l'accès à des ressources en eau de qualité dressèrent un rempart contre la maladie. La quasi-disparition du choléra pendant un demi-siècle et particulièrement son absence lors du second conflit mondial laissa penser que son pouvoir pandémique était contrôlé et que les changements comportementaux comme le progrès technique avaient vaincu ce fléau.

	Durée	Zone affectée	Voie de transport	Evènement
1 <sup>ère</sup> pandémie	1817-1823	Océan indien : Asie, Moyen-Orient, Côte est de l'Afrique	/	/
2 <sup>ème</sup> pandémie	1829-1851	Idem + Europe et Amérique du Nord	Maritime	1832 : Grandes épidémies de Paris, Londres, New York
3 <sup>ème</sup> pandémie	1852-1859	Idem + Amérique du sud	Maritime Bateaux à vapeur	1854 : Description par Pacini du « bacillus coma » 1854 : Découverte de Snow : rôle central de l'eau dans la propagation
4 <sup>ème</sup> pandémie	1863-1879	Idem	Canal de Suez	/
5 <sup>ème</sup> pandémie	1881-1896	Tous les continents sauf l'Australie	Maritime	1883 : Description de <i>Vibrio</i> <i>Cholerae</i> par R. Koch
6 <sup>ème</sup> pandémie	1899-1923	Tous les continents sauf Europe et Amérique du Nord	Maritime	/

Tableau 1 : Les six premières pandémies de l'ère classique

#### 1.1.4 Le visage moderne

La septième pandémie, qui a débuté en 1961 au niveau de l'archipel des Célèbes, en Indonésie, démontre que la planète n'est pas débarrassée du choléra. Elle correspond à cette réémergence de la maladie largement décrite. Elle marque ainsi le passage du choléra dans l'ère moderne de son histoire. Il est dû à un biotype particulier de *Vibrio Cholerae* découvert en 1905 par Gotlilch au lazaret El Tor dans le Sinaï sur des pèlerins de la Mecque et tenu responsable d'un choléra endémique en 1938 aux îles Célèbes par de Moore. Cette souche, dénommée *Vibrio Cholerae*, sérotype O1, biotype el Tor, revêt des caractéristiques toxigènes et un comportement environnemental particulier. Elle est restée confinée pendant une trentaine d'années dans l'Archipel des Célèbes, région d'eaux saumâtres qui lui offre un environnement propice à sa survie. C'est au début des années 1960 que le choléra commence à se déplacer vers l'ouest touchant d'autres pays d'Asie puis effleurant l'Europe occidentale (Espagne) sans s'y développer au début des années 1970. Au même moment des pèlerins de retour par avion de la Mecque à Conakry (Guinée) sont probablement la cause de l'arrivée de la pandémie en Afrique [3]. Celle-ci prend au niveau continental la forme de flambées épidémiques successives circulant d'un pays à l'autre. Depuis cette date le choléra n'a plus quitté l'Afrique recourant à des modes épidémiologiques divers. En 1991, c'est l'Amérique du Sud et la côte pacifique qui est touchée via le Pérou. Les pays voisins (Colombie, Equateur en particulier) ne sont pas épargnés [4].

Actuellement le choléra est endémique dans la région du Golfe du Bengale. Des flambées épidémiques surviennent généralement avec les moussons. En Amérique et dans les Caraïbes, il semble être maîtrisé et les prévisions d'endémisation dans cette zone se sont avérées inexactes même si le risque épidémique n'est pas écarté.

C'est en Afrique que le choléra persiste le plus violemment, s'installant de façon quasi-pérenne dans certaines zones et frappant par flambées épidémiques presque tous les pays bien que ces derniers présentent des déterminants épidémiques contrastés. Dans le tableau 2 sont listées le nombre de cas de choléra déclarés à l'OMS pour plusieurs pays entre 1994 et 2002 ainsi que le taux d'attaque pour 100 000 habitants. Loin d'être exhaustive et représentative, cette liste permet d'appréhender l'enracinement du choléra en Afrique et l'intérêt de santé publique que représente ce travail.

Année	Pays	Nombre de cas	Taux d'attaque / 100 000 hbts
1994	RDC	58 057	102,53
	Guinée	31 415	347,9
	Guinée-Bissau	15 296	1187,58
	Sierra Leone	9 709	169,35
	Somalie	28 334	353,07
1995	Angola	4 502	34,4
	Burundi	1 451	37,7
	Côte d'Ivoire	4 993	29,44
	Libéria	3 420	103,11
	Sierra Leone	10 285	179,4
1996	Bénin	6 190	87,91
	Tchad	7 830	84,62
	Mali	5 723	49,23
	Mauritanie	4 534	155,59
	Senegal	16 107	152,24
1997	Tchad	8 801	95,12
	Djibouti	2 424	368,39
	Guinée-Bissau	20 555	1595,89
	Kenya	17 200	54,36
	Tanzanie	40 249	113,82
1998	RDC	34 899	61,63
	Kenya	22 432	70,9
	Mozambique	42 672	244,13
	Togo	3 217	59,26
	Rwanda	3 220	38,77
	Ouganda	49 514	196

Année	Pays	Nombre de cas	Taux d'attaque / 100 000 hbts
1999	Ghana	9432	46,08
	Madagascar	9973	58,73
	Nigeria	26358	19,69
	Malawi	26508	227,52
	Mozambique	44329	253,61
	Zambie	13511	124
	Zimbabwe	5637	44,82
2000	Djibouti	1828	277,81
	Madagascar	29 305	172,59
	Afrique du sud	19 667	44,67
2001	Afrique du Sud	106 159	241,14
	Swaziland	5 612	483,38
	Côte d'Ivoire	5 912	34,85
	Ghana	5 487	26,81
	Togo	2 551	46,99
2002	RDC	31 658	55,91
	Mozambique	24 375	139,45
	Malawi	32 618	279,96

Tableau 2 : Principales épidémies de choléra en Afrique durant la 7<sup>ème</sup> pandémie

Un lourd tribut est payé en 1994 par les réfugiés du camp de Goma au Rwanda : en à peine un mois, 23 800 personnes périssent du choléra. La Guinée, la Guinée-Bissau et la Somalie sont aussi largement affectées. En 1995, c'est la Sierra Leone qui déclare le plus de cas à l'OMS ; l'Afrique de l'ouest est touchée. En 1996, le choléra s'exprime au Sahel ainsi que dans plusieurs pays sub-sahariens. En 1997, les pays d'Afrique orientale présentent de

fortes flambées épidémiques; Djibouti subit alors sa deuxième épidémie de choléra. En 1998-1999 les îles des Comores et Madagascar voient arriver leurs premiers cas ; l'Afrique australe est sur le devant de la scène « choléra ». En 1999, au Mozambique, apparaît une grande épidémie suite à des inondations. L'Afrique du Sud est massivement atteinte en 2000-2001 et ses pays frontaliers sont tous victimes d'épidémies. Ainsi durant la dernière décennie, toutes les régions africaines ont connu le choléra, seule l'Afrique du Nord reste peu affectée au regard des données de déclaration OMS.

Cette pandémie que nous vivons encore se démarque clairement des 6 premières. Elle se distingue des autres par sa longévité (35 ans), son pouvoir pandémique (considéré supérieur pour la souche O1 El Tor) et son potentiel d'endémisation qui dépasse son écosystème d'origine.

#### **1.1.5 Fausse crainte d'une 8<sup>ème</sup> pandémie ?**

L'apparition de cas de choléra en 1992 en Inde dus à une souche non-O1, dénommée O139 a fait craindre l'apparition d'une nouvelle pandémie. La dissémination de quelques cas à des pays asiatiques soutenait cette hypothèse. Mais depuis 1994, O139 reste localisée dans son environnement d'origine à savoir le Golfe du Bengale [5]. Néanmoins il faut être vigilant et ne pas précipiter les conclusions quant au pouvoir pandémique de cette nouvelle souche : O1 El Tor est resté confiné plus de trente années dans son écosystème d'origine avant de se répandre sur presque tous les continents.

#### **1.1.6 Situation actuelle**

En 2002, 136 299 cas de choléra ont été déclarés à l'OMS pour l'Afrique (209 640 en 1999) représentant presque 90% des cas de choléra déclarés dans le Monde (6). La létalité moyenne pour le continent africain en 2002 était de 4,13 comprise entre 0 et 18 (pour information elle était de 6,3 en 2003). La sous-déclaration est évidente pour des raisons que nous expliciterons plus loin. Il n'en reste pas moins que ces chiffres permettent de considérer le choléra comme un sujet de santé publique important qui nécessite une exploration profonde des déterminants de son apparition. L'endémisation de certaines zones africaines et les flambées ravageuses doivent être analysées de façon macroscopique comme microscopique pour tenter d'avancer sur le chemin de la compréhension de cette maladie complexe.

## 1.2 De l'agent pathogène à l'épidémie : écologie, microbiologie et épidémiologie générales

### 1.2.1 Agent pathogène

#### a) *Microbiologie*

L'agent pathogène du choléra est un bacille Gram-, *Vibrio cholerae*. Il s'agit d'une bactérie appartenant à la famille des Vibrionaceae et au genre Cholerae. Il possède une morphologie en virgule d'où le nom que lui avait attribué Pacini dès 1854 [7].

*Vibrio cholerae* possède à sa surface l'antigène somatique O constitué par le lipopolysaccharide. La nature de cet antigène permet de décrire actuellement plus de 155 sérogroupes, identifiés à l'aide d'anticorps spécifiques. Parmi toutes ces souches seules celles qui produisent la toxine cholérique sont qualifiées de vibrions cholériques. Il en existe deux : O1 et O139. Les autres sont soit non pathogènes soit responsables de diarrhées bénignes, de septicémies et de localisations viscérales.

A l'exception d'une épidémie localisée au Soudan où le groupe O37 avait été incriminé en 1968, toutes les épidémies de choléra étaient dues jusqu'en 1992 à la souche O1. A l'intérieur de cette souche, deux biovars distincts ont été décrits : le biovar «classique » responsables de la sixième pandémie et le biovar « El Tor » rencontré lors de la septième. Le groupe O1 se divise lui-même en trois sérovars dénommés Inaba, Ogawa et Hikojima. Ces trois sérovars sont dus à la présence de proportions variables de déterminants nommés A, B et C. Ils sont généralement précisés lors des déclarations d'épidémies.

Le séro groupe O139, apparu en 1992 dans le détroit du Bengale est le résultat de l'échange de matériel génétique (transfert du phage lysogénique codant pour la toxine cholérique) entre *Vibrio* O1 et non-O1 [8].

#### b) *Ecologie*

*Vibrio cholerae* est une bactérie hydrique. Elle est bien adaptée à des teneurs en sels de 5 à 30 pour 1000. Elle se développe quand la température augmente (>15°C) et dans les milieux humides alcalins (pH>8) et salés. La richesse en nutriments (matières organiques) favorise son développement et peut même compenser une salinité insuffisante. En revanche *Vibrio Cholerae* est détruit par la chaleur, la dessiccation, la chaleur sèche, le chauffage (>70°C), la Javel et les milieux acides [9].

Cette bactérie vit plusieurs jours dans les poissons et les crustacés contaminés, dans les déjections humaines (6 à 10 jours), à la surface des aliments souillés (2 jours). De plus elle résiste bien au froid (10 jours à une température de 5 à 10°C) [8].

Des études récentes de microbiologie écologique tendent à montrer que *Vibrio Cholerae* est autochtone des écosystèmes estuariens : eaux chaudes et saumâtres. Il pourrait aussi avoir une existence saprophytique au contact du zooplancton dans la plupart des zones côtières des régions tempérées et tropicales du monde [10, 11, 12, 13]. Cette découverte est venue bouleverser l'idée la conception de l'épidémiologie du choléra jusqu'alors acceptée. Nous développerons plus amplement ce point dans la partie 1.3.1.1.

### **1.2.2 Facteurs de virulence et manifestations cliniques**

L'acidité gastrique constitue une barrière contre le choléra. Il faut donc ingérer des quantités importantes de microorganisme pathogène pour que s'exprime la maladie. Chez un individu sain,  $10^{11}$  microorganismes en suspension aqueuse sont nécessaires. L'inoculum peut être moins important si l'acidité gastrique est faible ou neutralisée par du bicarbonate de sodium, ou encore si les vibrions sont absorbés avec de la nourriture. Une dose infectante de  $10^3$  à  $10^6$  germes ingérés est alors suffisante pour entraîner le choléra [9].

Après la vidange gastrique, les vibrions se multiplient dans la lumière de l'intestin grêle et adhèrent à la bordure en brosse des entérocytes sans jamais envahir la muqueuse (bactérie non entéro-invasive). Le facteur de virulence de *Vibrio Cholerae* O1 ou O139 est une cytotoxine appelée toxine cholérique [14]. Le syndrome diarrhéique cholérique survenant chez des patients sans fièvres serait surtout dû à cette exotoxine qui entraîne une fuite d'eau et d'électrolytes (ions sodium).

Ainsi, après une courte incubation, de quelques heures en période épidémique à quelques jours (3 à 7 jours) en phase endémique, l'expression de la maladie est variable. Elle peut être inapparente [15] ou aller d'une diarrhée banale qui touche environ 10% des personnes exposées à une forme foudroyante concernant 1% des personnes exposées [16].

La forme grave classique associe très vite une diarrhée purement aqueuse, incolore avec des grains riziformes en suspension (eau de riz), et extrêmement abondante (jusqu'à un litre par heure). S'ensuivent des vomissements ayant les mêmes caractéristiques. Un état sévère de déshydratation est rapidement atteint avec asthénie massive, soif, langue rôtie, crampes musculaires et perte d'élasticité cutanée dès que la perte hydrique est supérieure à 10% du poids corporel [9]. Le choc hypovolémique peut intervenir en 4 à 12 heures [17]. Au total les pertes liquidiennes peuvent en 4 à 7 jours atteindre 100% du poids corporel [18].

En l'absence de réhydratation rapide, 50% des formes graves sont létales en 18 heures à quelques jours. Pour les convalescents 5 à 6 jours sont nécessaires pour définitivement vaincre la maladie.

### **1.2.3 Diagnostic et traitement**

#### *a) Diagnostic*

Le diagnostic de *Vibrio Cholerae* en laboratoire est simple. L'observation des prélèvements de selles ou de vomissures fournit déjà une indication : la mobilité et l'aspect caractéristiques de *Vibrio cholerae* sont facilement identifiables. Après une étape d'enrichissement et mise en culture, une incubation de 3-4 heures précède un repiquage du surnageant sur gélose sélective thiosulfate citrate bile saccharose (TCBS). Après 18 heures à 37°C, les colonies jaunes suspectes sont repiquées sur gélose non sélective (Kliger-Hajna). Enfin, grâce à des techniques d'agglutination, l'appartenance aux sérotypes O1 ou O139 est établie.

L'institut Pasteur vient de mettre au point une technique rapide d'identification permettant de s'affranchir dans les cas d'urgence du délais du diagnostic biologique de 2 à 3 jours. Cette technique repose sur l'utilisation de bandelettes conservables plusieurs mois à température ambiante. Elles donnent un résultat en 2 à 15 minutes avec une sensibilité de 96% et 93% et une spécificité de 92% et 98% respectivement pour les sérogroupes O1 et O139 [19].

Nous citerons aussi la possibilité d'établir un antibiogramme permettant le suivi épidémiologique des souches et la mise en œuvre d'une antibiothérapie.

#### *b) Traitements*

Le traitement repose principalement sur la réhydratation rapide du malade. Elle doit être orale chaque fois que l'état du patient le permet sinon parentérale. Des solutés de réhydratation orale (SRO) sont utilisés dans le premier cas et adapté quantitativement à la morphologie et à l'état du patient. Au cours d'une épidémie, la seule administration d'un liquide de réhydratation orale suffit dans 80 à 90 % des cas, mais une perfusion peut être nécessaire en cas de déshydratation prononcée. Des solutions de Ringer Lactate ou de Hartmann permettent cette réhydratation parentérale.

Le traitement antibiotique doit être considéré comme ultime solution en raison du développement de multirésistance de la part de *Vibrio cholerae* [20]. Dans les cas graves, un antibiotique efficace peut réduire le volume et la durée de la diarrhée et la période d'excrétion du vibron. Les cyclines longtemps utilisées sont un exemple du développement de résistance. Aujourd'hui les fluoroquinolones sont des antibiotiques alternatifs.

#### 1.2.4 Epidémiologie générale

##### a) Sources

Quand on évoque l'idée de source de l'agent pathogène, il faut nous attacher à comprendre quels sont les réservoirs de *Vibrio Cholerae*. L'état actuel des connaissances nous fait penser que ce réservoir est principalement environnemental en période interépidémique et essentiellement humain pendant les épisodes épidémiques.

##### *Réservoir environnemental*

Les études de microbiologie écologique de *Vibrio Cholerae* en font un habitant naturel des eaux saumâtres telles que celles des estuaires et des « rivières à marée » (tidal rivers) comme les grands fleuves d'Asie [10-13]. Les 7 pandémies ont toutes eu pour point de départ soit un delta (celui du Gange ou du Brahmapoutre) soit un estuaire (celui des Célèbes en Silawesi pour la 7<sup>ème</sup>).

Cette bactérie peut se présenter dans cet environnement sous différente forme [13]:

- une forme libre mobile,
- une forme symbiote du phytoplancton,
- une forme commensale du zooplancton et en particulier des copépodes
- une forme en dormance lorsque les conditions environnementales deviennent préjudiciables à sa survie. Etat qui empêche la détection de *Vibrio cholerae* par la technique de culture sur gélose.

Le *Vibrio Cholerae* pourrait coloniser des crustacés et des poissons. Un seul copépode peut ainsi porter jusqu'à  $10^4$  vibrios ce qui constitue une dose infectante [8]. *Vibrio Cholerae* pourrait aussi vivre en association avec des plantes aquatiques comme les jacinthes d'eau ou la microflore, en particulier des algues bleues du genre *Anabena* [22]. On peut donc penser que *Vibrio Cholerae* persiste et voyage dans le milieu marin pendant des mois voire des années et peut parcourir de longues distances.



La coexistence de plusieurs sérotypes dans cet écosystème peut aussi expliquer l'apparition de nouvelles souches par échanges génétiques horizontaux ; on parle de plasticité du génome.

Néanmoins toutes ces observations ont été faites en Asie et la projection de cette écologie à d'autres régions doit être prudente et critique. De plus, ces constatations concernent des souches de *Vibrio cholerae* non-O1 ou O1 non toxigènes. Ainsi bien que cette bactérie présente la capacité d'acquérir des gènes de virulence ou l'ilôt de pathogénicité lorsque coexistent d'importantes populations de bactéries et de bactériophages, l'idée que le milieu hydrique est un réservoir universel et permanent de vibrions cholériques pathogènes ne peut être généralisée et reste fortement corrélée à l'environnement considéré. C'est une idée qui divise la communauté scientifique entre les tenants d'une écologie déterminante dans le phénomène choléra et ceux d'une maladie caractéristique du péril oro-fécal. De plus, et nous aborderons ce point plus amplement dans la prochaine partie, si l'écologie est déterminante, il doit être possible de corrélérer les facteurs l'influençant, et en particulier les facteurs climatiques, avec les manifestations du choléra.

### *Réservoir humain*

Le réservoir humain est le principal réservoir si ce n'est l'unique en période épidémique. Il permet la rapide dissémination au sein d'un territoire. La survie du vibron dans l'intestin est de 6 à 10 jours ce qui confère aux personnes contaminées la possibilité d'exporter l'agent pathogène. De plus environ 90% des personnes contaminées sont des porteurs asymptomatiques, cause certaine de la dissémination facilitée du vibron cholérique.

Ce réservoir comprend :

- les malades qui produisent des selles abondantes extrêmement riches en vibrions cholériques dont la virulence est augmentée par le passage intestinal ainsi que des vomissements [21],
- les cadavres de personnes décédées du choléra qui émettent des selles et dont les effets personnels peuvent être contaminés,
- les convalescents et les porteurs asymptomatiques. Leur proportion varie selon le biotype et le sérotype de *Vibrio cholerae*. Il semble que O1 El Tor et O139 soient à l'origine d'un plus grand nombre de porteurs asymptomatiques et de manifestations bénignes que O1 classique [14].

## b) *Voies de contamination et transmission*

En considérant le choléra comme une maladie caractéristique du péril oro-fécal mais aussi d'origine environnementale, les voies de contamination peuvent être de deux types : hydrique (contamination de l'eau par des fèces ou des vomissures ou persistance de l'agent pathogène) ou interhumaine (maladie des mains sales).

### *Transmission hydrique*

La contamination hydrique peut être « directe » par l'ingestion d'eau contaminée qu'elle soit douce (AEP, points d'eau) ou saumâtre (estuaires). Cette voie est prépondérante dès que l'eau devient rare et entraîne des flambées épidémiques de par l'ampleur de la population humaine touchée simultanément.

Elle peut être « indirecte » par l'ingestion de produits marins tels que les poissons, et les crustacés. Cette voie offre la possibilité d'exportation de la maladie dans des zones non contaminées. Le nettoyage d'aliments (en particulier légumes) ainsi que la préparation de boissons ou d'aliments à base d'eau contaminée sont aussi une voie de transmission de l'agent pathogène. Dans des zones endémiques présentant un caractère environnemental particulier (Bangladesh), l'eau de baignade a aussi été incriminée [23].

### *Transmission interhumaine directe*

Elle existe dans des contextes particuliers. La promiscuité importante dans une communauté favorise cette voie de contamination.

Les mains sales sont aussi à l'origine de la dissémination de la pathologie lors des rites funéraires, spécialement quand les personnes participent à la toilette du cadavre et/ou à la préparation de la nourriture.

La nourriture cuite recontaminée par des mains souillées a aussi été incriminée comme source d'épidémie.

La figure 1 représente la circulation du *Vibrio cholerae* dans l'environnement ainsi que les possibles voies de contamination (inspiré de [38]). Il a été choisi de scinder « la personne » en deux entités distinctes : la personne contaminée et la personne saine pour dans l'avenir permettre une réflexion sur les moyens de prévention de la personne saine.

Elle présente les trois cycles privilégiés de circulation et de contamination de *Vibrio cholerae* : cycle anthropique court, cycle anthropique long, cycle environnemental. Les voies de contamination 7, 8 et 9 font intervenir la présence naturelle de *Vibrio cholerae* dans l'environnement : elles sont à l'heure actuelle supposées plus que confirmées.

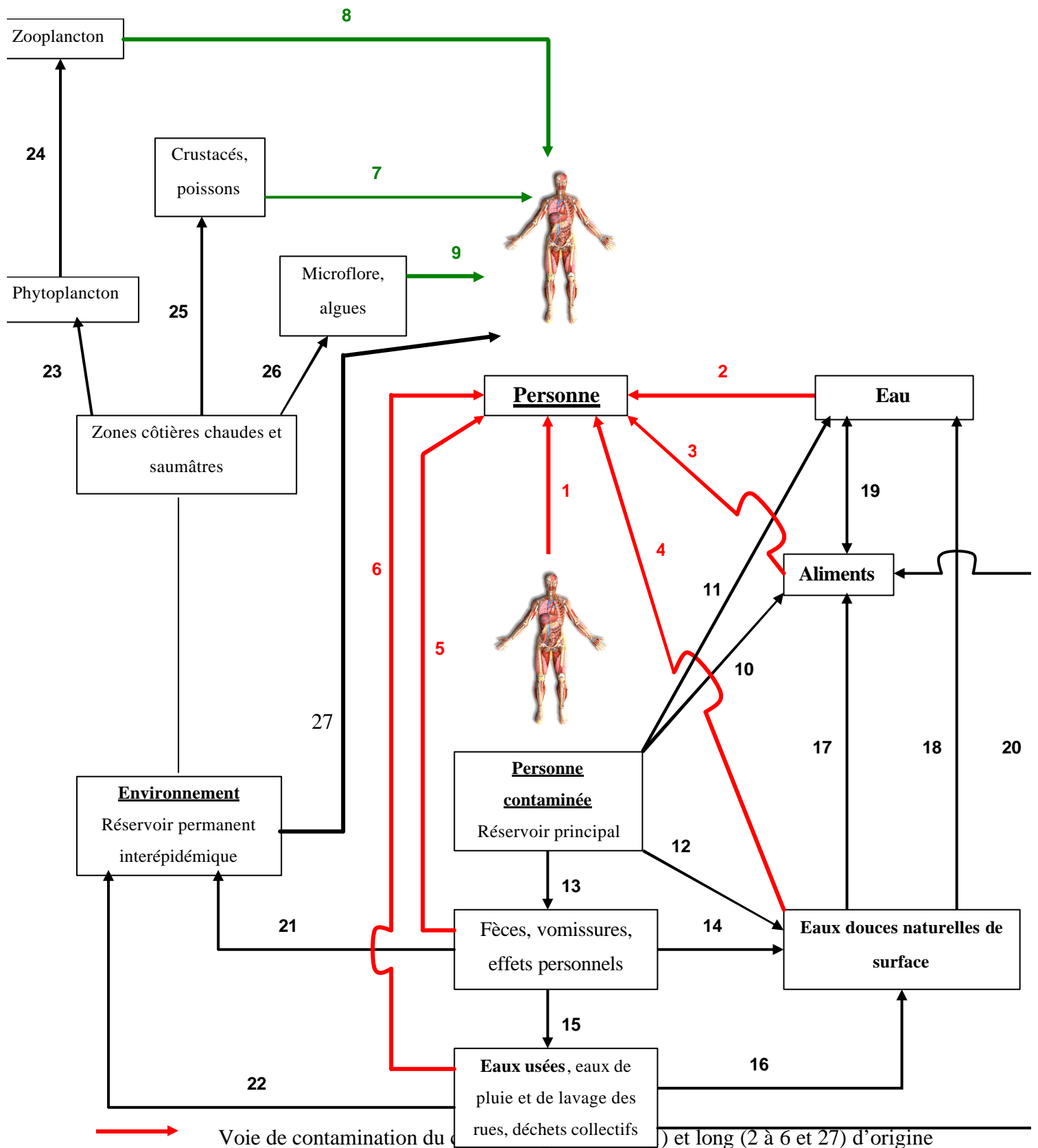


Figure 1 : Voies de contamination et de transmission de *Vibrio cholerae*

c) *Population exposée*

Les populations exposées à *Vibrio Cholerae* toxicogène ne semblent pas être égales face au risque de développer le choléra et un choléra grave. Comme nous l'avons déjà souligné, approximativement 90% des personnes contaminées restent des porteurs asymptomatiques et éliminent les bactéries en quelques jours dans leurs selles. Seulement 10% des personnes contaminées auront des diarrhées et environ 1% présenteront un choléra sévère. Les porteurs sains témoignent d'une sensibilité génétique différente des sujets touchés dont les bases moléculaires restent inconnues. Cette idée d'inégalité ou de prédispositions génétiques est aussi soutenue par la surreprésentation chez les malades des personnes de groupe érythrocytaire O [24].

L'acidité gastrique représente une barrière lors de l'ingestion de bactéries vivant à des pH optimales basiques. Ainsi les personnes dénutris ou malnutris en période de famine, ou présentant une achlorhydrie ou hypochlorhydrie gastrique sont plus exposées au développement d'un choléra grave. L'infection chronique par *Helicobacter pylori* est aussi associée avec une augmentation du risque d'apparition du choléra [24].

Le degré d'immunité d'une population est capital dans l'émergence des épidémies. S'il n'existe pas d'immunité naturelle, il existe un effet immunisant de l'infection mais qui est de faible durée (une à deux années au plus) et qui peut être raccourcie par la malnutrition [16]. Les nouveaux-nés allaités sont mieux protégés que ceux nourris avec du lait artificiel. L'action immunitaire prend place grâce à des anticorps sériques vibriocides dirigés contre le lipopolysaccharide O1 et non contre la toxine cholérique. Cet effet immunisant n'est pas croisé entre les souches O1 et O139, preuve en sont les conséquences de l'apparition de la nouvelle souche O139 dans le Golfe du Bengale qui a touché sans distinction la population.

## **2 DETERMINANTS DES EPIDEMIES DE CHOLERA : TYPOLOGIE D'UNE ETIOLOGIE COMPLEXE ET MULTIDIMENSIONNELLE**

### **2.1 Réalité complexe : approches épidémiologiques de la notion de maladie**

L'épidémiologie récente du choléra s'est constituée comme champs d'investigation médicale qui cherche une formulation dynamique de la maladie. Le résultat de ses efforts s'est matérialisé dans l'idée de la maladie comme déséquilibre écologique, comme interaction perturbée entre l'homme et son environnement [27-28, 36]. Les travaux précurseurs d'épidémiologie écologique du choléra en sont l'expression la plus directe : établir une relation univoque entre modification de paramètres environnementaux mesurables et apparition de flambée épidémiques de choléra dans les zones endémiques du delta du Bengale où sévissent les moussons [36] ou qui sont affectées par les oscillations d'El Niño [28]. Leur méthode discursive est basée sur l'inférence causale. L'augmentation de la température de l'eau, déterminée par des facteurs climatiques, entraînerait un boom du phytoplancton. Ce dernier enrichirait la population du maillon supérieur de la chaîne alimentaire à savoir le zooplancton parmi lequel se trouvent les copépodes, hôtes préférentiels de *Vibrio cholerae* dans l'environnement marin. La hauteur de l'océan serait quant à lui représentatif de la relation Eau-Personne dans des pays dont l'altitude joue avec le niveau de l'océan. Ainsi le monitoring de ces deux paramètres permettrait la prédiction de l'épidémie; l'élévation du niveau de la mer et de sa température entraînant la flambée épidémique [36].

Une telle épidémiologie propose l'existence d'un processus interactif entre trois éléments fondamentaux : l'agent, le sujet et l'environnement, constituant la triade écologique. Elle se constitue comme investigation consolidant le paradigme fondamental de l'Histoire Naturelle des Maladies, qui analyse l'événement de santé à partir des sciences naturelles, la microbiologie et la climatologie dans ce cas. A l'opposé, certains courants de pensées tentent de délimiter un paradigme inverse : celui de l'Histoire Sociale des Maladies [26, 29]. Le processus santé/maladie est alors aussi considéré comme un processus social. « L'effort de naturalisation des événements liés à la santé est rejeté en accentuant l'historicité de tels phénomènes et le caractère économique et politique de ses déterminations ». Cette interprétation considère que « quelles que soient les connaissances biologiques d'une maladie, l'unique manière de nier son caractère social serait d'admettre son occurrence chez les sujets sous un régime d'isolement total. Le caractère historique et social de la maladie s'exprime objectivement dans l'impossibilité d'une distribution homogène et parfaitement

aléatoire de la pathologie au sein des populations » [29]. Le choléra est éclairant à cet égard puisque son Histoire Naturelle est limitée pour expliquer sa propension à apparaître dans des zones que la microbiologie écologique et la conception dynamique ne peuvent identifier (zones arides sahariennes) ou au contraire son absence d'endroits réunissant pourtant tous les conditions relatives à l'agent, au sujet et à l'environnement (Grande Comores, [30]). De la même manière, elles ne peuvent expliquer la distribution trop inégale de la maladie au sein d'une population socialement différenciée.

## **2.2 Positionnement face à la complexité : l'approche systémique**

Ce travail tentera donc de mettre en perspective l'impossibilité d'une interprétation causale unique et univoque de l'étiologie du choléra. L'esprit dans lequel il se constitue est l'impossibilité conceptuelle comme pratique d'établir de manière absolue une causalité rationnelle s'inspirant du positivisme.

La réalité complexe de la double identité, naturelle et sociale, de la relation santé/choléra ne peut donc être soumise seulement à la logique d'inférence causale. Dans cette perspective la réduction de la réalité par des modèles explicatifs linéaires est limitée [26, 31]. Nous observerons les processus impliqués dans la production de cet événement de santé comme des interactions entre des déterminants de natures différentes qui tendent à rompre un équilibre et permettent ainsi à l'épidémie d'apparaître et de se propager. L'adoption d'une approche systémique pour appréhender le phénomène choléra semble pertinente. Elle permet de tenir compte de la complexité de l'objet de l'étude épidémiologique grâce à une perspective multidimensionnelle.

Les possibles facteurs déterminants une épidémie peuvent être regroupés en trois catégories principales :

- les facteurs environnementaux
- les facteurs sociodémographiques
- Les facteurs politiques et économiques

Dans cette perspective, il n'y a pas une cause un effet, mais un ensemble de facteurs interagissant, « toute chose étant causée et causante ». De plus l'épidémie a clairement un impact sur les différents facteurs influençant son apparition (contamination de l'environnement, propagation par déplacement mais aussi gestion de l'épidémie).

La figure 2 représente cette approche multidimensionnelle et le caractère multifactoriel de la détermination d'une épidémie.

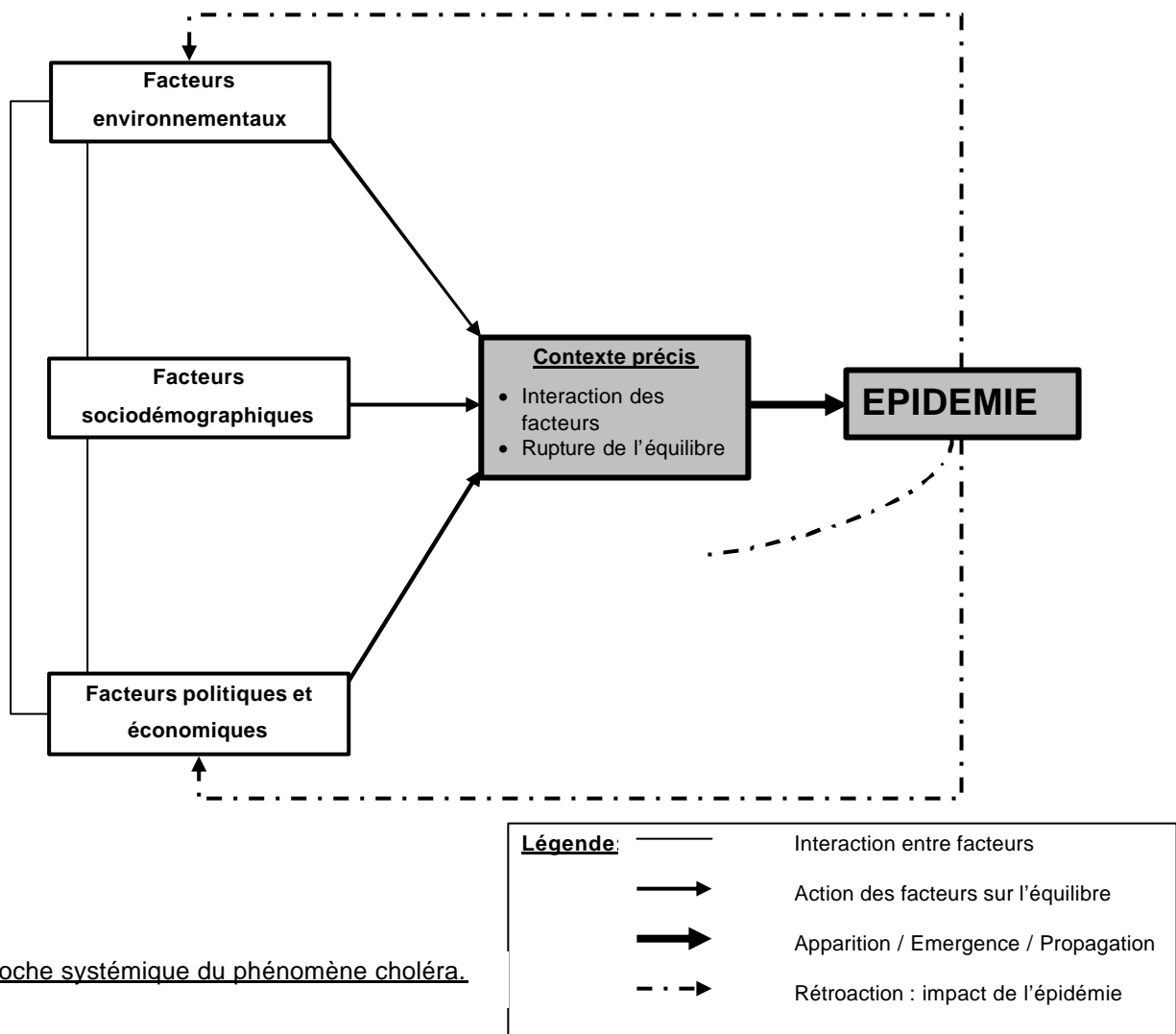


Figure 2 : Approche systémique du phénomène choléra.

Nous retiendrons donc comme acquis et base de notre réflexion les quatre axiomes suivants :

- La multiplicité des déterminants épidémiques et la pluralité de leurs natures.
- Leurs différents niveaux d'expression, géographiques comme populationnels, macroscopiques comme microscopiques.
- Leur interactivité.
- L'impossibilité de réduire la complexité de l'étiologie du choléra par l'omission d'un type de déterminants ou par l'agencement de ces déterminants répondant à un mécanisme de hiérarchisation ou à un modèle explicatif linéaire.

## 2.3 Concepts et définitions

### 2.3.1 Endémie

L'endémie («qui reste dans le peuple», «maladie indigène») caractérise un phénomène de santé dont la présence est habituelle dans une région ou une population déterminée, soit de façon constante, soit à des époques particulière de l'année (définition Petit Robert).

Aussi elle est directement liée à l'objet de l'étude, objet défini :

- Démographiquement : Au sein de quelle population l'incidence du choléra doit-elle être *constante ou saisonnière* pour caractériser l'endémicité?
- Géographiquement : dans quelles limites géographiques l'incidence du choléra doit-elle être *constante ou saisonnière* pour caractériser l'endémicité?
- Temporellement : Sur quel pas de temps l'incidence du choléra doit-elle être mesurée pour caractériser l'endémicité ?

L'utilisation de données de santé épidémiologiques, dans notre cas incidence du choléra par pays et par année, définit en-soi l'objet de l'étude. La notion de maladie devient un concept structuré par son mode de représentation et l'endémicité de celle-ci revêt une définition dépendante de cette représentation.

Dans notre cas, la mesure de l'incidence sur une année et par pays pourrait nous amener à conclure à une endémicité dans la majorité des pays d'Afrique alors qu'une analyse plus fine des données (par district et par semaine ou mois) pourrait faire apparaître des phénomènes d'épidémies tournantes soutenues par le déplacement de population ou la disparition provisoire du choléra dans certaines régions pendant une période donnée.

Enfin il convient de différencier dans le terme d'endémie deux modalités d'expression :

- Une endémicité éco-biologique pour laquelle la pérennité d'un réservoir environnemental pour *Vibrio cholerae* OU l'impact d'un phénomène environnemental serait la cause de l'établissement au sein d'une population de la pathologie
- Une endémicité anthropo-sociale pour laquelle les contacts interhumains, la contamination itérative des ressources en eau, les déplacements, les conditions d'hygiène et de vie et les pratiques constitueraient le socle de l'enracinement durable du choléra au sein d'une population.



### **2.3.2 Epidémie**

L'épidémie («qui circule dans le peuple») qualifie l'occurrence dans une communauté ou une région d'un nombre de cas d'une maladie clairement en excès par rapport à ce qui était attendu (définition Petit Robert).

Cette définition laisse libre cours à l'interprétation du concept d'épidémie puisque totalement subordonnée à la compréhension du « clairement en excès ». C'est une définition relative dans le sens qu'est considéré épidémie tout phénomène de santé qui entraîne un différentiel de cas relativement significatif par rapport aux nombres de cas attendus.

Pour ce qui est du choléra, le caractère massif des épisodes épidémiques nous affranchit d'une réflexion plus poussée du concept d'épidémie. Lorsque survient la flambée épidémique même dans des zones de forte endémicité (on parle alors de zones endémo-épidémiques), l'excès de cas est évident quand il est déclaré. De plus le moindre cas est considéré comme l'apparition d'une épidémie (occurrence normale nulle).

### **2.3.3 Déterminants, facteurs, situation à risque**

L'utilisation du terme « déterminant » dans ce travail abuse quelque peu de sa définition première. Si par déterminant l'on entend paramètre rationnel et quantifiable, expression d'une cause nécessaire et suffisante à l'apparition d'une conséquence alors nous sommes dans l'excès de langage. Comme nous l'avons déjà souligné, nous pensons que la complexité du phénomène épidémique ne peut être comprise qu'à travers une conjonction de facteurs. Bien que non suffisants pris les uns séparément des autres, ces facteurs exprimeront plutôt la réalité d'un potentiel épidémique dans la région ou population considérée que la présence d'une épidémie. Ainsi cette multiplicité des déterminants et de leurs niveaux d'expression, la multicausalité associée à l'émergence du choléra nous amènera à utiliser les vocables de « facteur » et de « déterminant » indifféremment entendu qu'il ne s'agit pas de leurs associer un potentiel causal direct.

Ces facteurs peuvent, selon les situations, avoir trois différentes fonctions pour la dynamique de l'épidémie:

- Les facteurs de l'apparition de l'épidémie permettant l'apparition du premier cas.
- Les facteurs de l'émergence de l'épidémie qui lui permettent de prendre de l'ampleur localement.
- Les facteurs de propagation de l'épidémie qui lui permettent de s'étendre géographiquement.

Enfin, nous distinguerons ces facteurs des situations à risque qui sont le lieu d'expression de plusieurs déterminants et qui présentent un risque d'épidémies de choléra plus ou moins élevé.

### **2.3.4 Conjonction de déterminants et facteur de rupture**

L'idée de conjonction de déterminants est une idée maîtresse dans la compréhension de l'apparition d'épidémies. Nous pourrions faire l'analogie entre la structure complexe d'une épidémie avec :

- (i) une infrastructure où s'exprime un ensemble de déterminants macroscopiques de nature environnementale, sociodémographique ou économique nécessaire à l'apparition d'épidémie. Il constitue le lit de l'épidémie.
- (ii) et une superstructure, lieu du micro-univers des scénarii et d'expression de déterminants souvent microscopiques qui simultanément cristalliseraient les déterminants globaux de l'infrastructure et deviendraient un ensemble déclenchant la flambée.

C'est grâce à l'analyse de cette structure qu'on pourra parfois identifier le facteur de rupture défini comme facteur critique, qui transformera un réel possible en réalité, qui marquera clairement le passage entre possibilités d'épidémies et flambées épidémiques pour des contextes donnés.

La conjonction de ces différents types de détermination sont représentatifs de l'interface entre le social et le biologique, clef de voûte de la compréhension des phénomènes épidémiques.

## **2.4 De l'environnemental au social, du micro au macro : présentation exhaustive des possibles déterminants et situations à risque**

La volonté d'une présentation exhaustive des déterminants épidémiques du choléra pose un sérieux problème typologique. Comment en établir une classification pertinente sans dénaturer la complexité du phénomène ? Comment présenter de manière isolée des facteurs possédant de fait des interactions les uns avec les autres ? Pour atténuer cette contradiction entre une conception complexe du phénomène et une typologie simplifiante, nous avons choisi de constituer un exposé horizontal de ces déterminants au risque d'être parfois redondant.

### **2.4.1 Généralités sur les déterminants**

Le choléra est associé depuis la 7<sup>ème</sup> pandémie avec un niveau socio-économique bas et une forte concentration humaine. Le rôle de l'environnement peut être important. La relation des personnes à l'eau et leur accès à une eau de bonne qualité et en quantité suffisante jouent un rôle primordial dans l'apparition comme dans la flambée épidémique. C'est autour de ces deux axes généraux –condition socio-économique et relation Eau-Personne- que peuvent se décliner les différents déterminants.

## **2.4.2 Facteurs d'apparition du choléra : le premier cas**

Une zone indemne du choléra peut être affectée de trois façons différentes :

- Etablissement pérenne de *Vibrio cholerae* dans l'environnement puis consommation d'eau, d'aliments souillée par cette eau ou d'aliments hébergeant le pathogène.
- Migration d'au moins un porteur de la bactérie puis contact interhumain ou consommation d'eau ou d'aliments souillée par cette eau, elle-même contaminée par le porteur.
- Exportations de nourriture ou d'eau contaminées et consommation de celles-ci.

## **2.4.3 L'accès à l'eau : facteur central des épidémies de choléra**

L'accès à une eau de bonne qualité et en quantité suffisante est un élément central dans la compréhension des maladies hydriques dont le choléra fait partie et il peut être considéré comme le principal point commun des déterminants que nous allons présenter. C'est pourquoi il nous a semblé nécessaire de la mettre en exergue.

La disponibilité d'une quantité suffisante d'une eau de qualité pour assumer les tâches minimales du quotidien est essentielle : consommation directe, hygiène et préparation des aliments sont les utilisations vitales de cette ressource. Les populations touchées par le choléra sont souvent celles qui ne disposent pas de cette quantité minimale.

En milieu urbain, l'accès à l'eau concerne à la fois l'accès à l'approvisionnement en eau et à l'assainissement des eaux usées. Il signifie notamment le droit pour chaque personne d'être raccordée au réseau de distribution situé dans son voisinage. En ville ses besoins sont estimés à plus de 40L par personne et par jour [41].

En dehors des villes, l'accès à l'eau signifie au minimum que chaque personne doit disposer d'eau potable dans le voisinage de son logement, ce qui ne veut pas dire que tout logement rural doit être branché à un réseau de distribution, ni qu'une fontaine publique doive être établie près de chaque maison [41].

La gestion nationale comme locale, urbaine comme rurale de l'eau est déterminante dans la satisfaction de ce droit à l'eau. Le développement urbain des grandes métropoles du Sud entraîne actuellement des carences en eau importantes chez les populations les plus démunies. Dans les villes il est courant de voir se développer des systèmes informelles de distribution d'eau : vente en sachet, revente en bidons d'eau par des particuliers connectés au réseau.

Cette rareté de l'eau a aussi un impact au niveau de la gestion de l'eau au niveau des foyers : elle entraîne souvent une conservation longue et une réutilisation qui augmentent les risques de contamination microbiologique.

#### 2.4.4 Facteurs environnementaux

Ces facteurs sont d'ordre macroscopique. Ils affectent en général des aires géographiques étendues. Ils peuvent constituer le facteur d'apparition de l'épidémie comme le facteur d'émergence.

##### a) *Facteurs écologiques*

Ils conditionnent la survie de *Vibrio cholerae* dans son réservoir permanent que sont les eaux saumâtres, chaudes et estuariennes, mais aussi dans les eaux douces. Milieu humide, salé, alcalin et température supérieure à 15°C sont les conditions optimales de la survie et du développement de *Vibrio cholerae* dans l'environnement. Si ces conditions sont réunies et que *Vibrio cholerae* se trouve dans l'environnement, il peut s'y pérenniser et permettre la contamination purement environnementale. Ces facteurs écologiques sont fortement influencés par les facteurs climatiques d'où le rapprochement effectué entre cycle environnemental et saisonnalité des épidémies.

##### b) *Facteurs climatiques et naturels*

Les changements d'origine climatique comme El Niño, associés au réchauffement de la planète et accélérés par la déforestation sont à l'origine de sécheresses et d'inondations, entraînant des changements de l'écosystème. Ces changements peuvent être à l'origine de la résurgence du choléra. Les phénomènes saisonniers tels que les moussons ou la saison des pluies sont particulièrement intéressants dans la compréhension du choléra. Celles-ci comme les inondations constituent des situations à risque car elles ont plusieurs conséquences toutes favorables à l'apparition du choléra :

- Colonisation massive des eaux par *Vibrio cholerae* dans le cas d'une pérennité environnementale.
- Modification de la relation Eau-Personne.
- Saturation des infrastructures d'assainissement et débordements de latrines.

Les phénomènes de sécheresse ont eux pour conséquences principales :

- Concentration des personnes.
- Raréfaction et diminution de la qualité de l'eau consommée et de l'exigence de qualité.
- Augmentation de la quantité d'eau consommée par personne.

Les catastrophes naturelles (volcanisme, tempête, etc) peuvent aussi jouer le rôle de cofacteurs causant des changements climatiques précités, détruisant des infrastructures sanitaires, concentrant les populations et modifiant leur rapport à l'eau.

## 2.4.5 Facteurs sociodémographiques

Ces facteurs sont considérés comme macroscopiques. Leur puissance de détermination réside dans l'idée qu'ils soutiennent : le phénomène santé/choléra doit être compris à travers un prisme collectif. Ces facteurs permettent principalement à l'épidémie d'émerger (densité et état sanitaire) ou de se propager (déplacements).

### a) *Surpopulation et promiscuité : densité*

La surpopulation raccourcit et simplifie le chemin féco-oral de l'agent pathogène tout en élargissant son impact populationnel. Synonyme de manque d'infrastructures d'assainissement, d'hygiène, et de soins mais aussi d'un accès limité à une eau de bonne qualité elle offre un champ d'extension propice au choléra.

La promiscuité dans une communauté multiplie la contamination directe interhumaine. Elle concentre aussi les populations autour de mêmes ressources d'eau ayant deux conséquences principales : augmentation du risque qu'une personne porteuse du choléra ne contamine cette source et augmentation du nombre de personne contaminée par l'eau souillée.

### b) *Etat sanitaire et hygiène*

L'état général sanitaire d'une population est à la fois représentatif de son niveau de vie, de son accès à un système de soins et d'éducation sanitaire et de son accès à une eau de bonne qualité. Quand la population vit dans une grande précarité et/ou que son état de santé est mauvais, la population est affaiblie et on peut considérer que plusieurs conditions sont réunies pour qu'apparaisse une épidémie si l'agent pathogène est présent. Il est directement lié à des problèmes d'hygiène basiques : ressources en eau par personne insuffisante et/ou de mauvaise qualité, absence d'assainissement (latrines, réseaux d'évacuation), ignorance des mesures d'hygiène protectrices. L'affaiblissement général d'une population amplifie sa sensibilité aux pathogènes. Trois points fondamentaux sont à souligner :

- **Malnutrition** : Diminuant l'acidité gastrique, première barrière contre le choléra, elle augmente le nombre de personnes touchées par un choléra grave et donc raccourcit le temps nécessaire pour atteindre cette masse critique de cas qui rend l'épidémie incontrôlable.
- **SIDA** : Le syndrome d'immunodéficience acquise n'a pas un impact physiologique direct sur la prévalence du choléra puisque les défenses immunitaires spécifiques ne sont pas mises en œuvre par l'organisme lors de l'infection. Mais à cause de sa prévalence considérable dans certains pays et de son aspect pandémique, il devrait

être considéré comme un facteur de risque épidémique puisqu'il affaiblit considérablement l'état sanitaire de la population.

- **Immunité** : c'est l'un des points cruciaux de la compréhension de l'extension d'une épidémie et aussi un déterminant de sa flambée. Comme nous l'avons déjà souligné, cette immunité n'est pas naturelle mais acquise. Si elle n'existe pas, la flambée est généralement spectaculaire (nouveaux territoires/nouvelles populations touchées). Inversement un territoire ayant essuyé une épidémie de choléra ou une zone endémique, est moins touché s'il existe des répliques. L'équilibre entre infection et immunité collective est fondamental pour prévenir l'ampleur de la flambée.

#### c) *Dynamique démographique*

Les mouvements de population dont les causes peuvent être multiples sont aussi à prendre en compte dans l'apparition et la propagation d'une épidémie de choléra. L'exportation de l'agent pathogène d'une zone touchée à une zone indemne est alors possible. La notion de nœud de circulation comme facteur de risque prend tout son sens : carrefours de passage (zones migratoires préférentielles ou zones transitoires) et rassemblements à caractère religieux, culturels ou économiques (marchés). Ils sont souvent la cause de l'émergence du choléra.

### **2.4.6 Facteurs microsociaux**

Ces facteurs s'expriment à un niveau microscopique, c'est-à-dire qu'ils interviennent au sein de scénarii particuliers et reflètent le mode de vie, les pratiques, coutumes, comportements qui sont typiques d'une population. Ceux-ci touchent presque tous les domaines de la vie courante, cérémoniale et communautaire. Ils sont généralement très marqués par la religion et/ou les croyances des communautés, la disponibilité en eau et la gestion locale de la ressource.

#### a) *Les pratiques culinaires*

Elles s'inscrivent dans la logique de la contamination hydrique indirecte à travers la transmission hydrique ou la transmission interhumaine. La préparation des aliments permet la contamination de ceux-ci par l'eau souillée ou par le préparateur et la contamination lors de leur consommation privée, de leur revente sur les marchés ou à l'exportation. La consommation d'eau conditionnée (en général mise en sachet), pratique très courante dans les pays africains et la consommation de produits de la mer peu ou non cuits sont aussi incriminées.

b) *Les pratiques hygiéniques*

Elles comportent les ablutions, la gestion des excréments et des déchets.

c) *Les pratiques médicales et les conceptions culturelles de la maladie*

L'espace médical est un lieu de concentration des malades et dans le cas d'une maladie infectieuse, il peut devenir l'épicentre de la contamination (infection nosocomiale, [30]). Les pratiques médicales peuvent elles aussi servir à la diffusion de l'agent infectieux : mesures d'hygiène insuffisantes, asepsie inexistante... Enfin les conceptions de la maladie peuvent détourner les populations de mesures protectrices basiques au profit de comportement parfois à risque.

d) *Les pratiques mortuaires*

Les funérailles ont souvent été citées comme source originelle de l'apparition d'une épidémie. Les rituels funéraires, le contact avec le corps du malade contaminé ou avec ses effets personnels associé avec la consommation d'aliments et d'eau lors de l'évènement concentrant les proches constituent des situations risquées.

e) *Les pratiques utilitaires*

Outils, récipients utilisés en commun et pour différentes tâches peuvent être responsables de l'émergence au sein d'une communauté.

f) *La relation microscopique Eau-Personne*

Elle est à étudier au cas par cas. Du régime des moussons permettant un contact accru entre les sujets et l'écosystème souillé à l'extrême sécheresse concentrant les populations autour d'une ressource et imposant une conservation longue de l'eau, en passant par les pêcheurs nomades constamment en interaction avec leurs fleuves, il existe une multitude de contextes qu'il faut prendre en compte spécifiquement. Cette relation est l'interface entre les facteurs microsociaux et les facteurs environnementaux.

#### **2.4.7 Facteurs politiques et économiques**

Les facteurs politiques et économiques peuvent se décliner en trois grandes familles :

- (i) les facteurs structurels qui concernent la qualité et le fonctionnement des infrastructures sanitaires ainsi que celui du système de soins primaires et relèvent autant du politique que de l'économique
- (ii) les facteurs économiques purs : économie de l'eau
- (iii) les situations politiques à risque

Les facteurs politiques et économiques sont macroscopiques. Ils répondent généralement à une logique de détermination structurale : ils agissent de manière indirecte sur des facteurs causaux directs sociodémographiques, environnementaux, microsociaux.

a) *Facteurs structurels*

Les facteurs structurels relèvent de la politique sanitaire du pays. Ils comprennent :

- Les infrastructures d'assainissement
- L'adduction en eau potable de qualité
- Le système de soins et de prise en charge des malades : en particulier lors des épidémies de choléra, la bonne prise en charge des premiers cas associée à une politique de prévention peut stopper l'épidémie.

L'absence d'infrastructures sanitaires et l'inaccessibilité au système de soins touchent principalement les populations les plus démunies. Leur impact est exponentiel chez les groupes sociaux les plus fragiles car ils se conjuguent à d'autres facteurs favorisant (état de santé, promiscuité, condition de peuplement)

Ces facteurs structurels ressemblent à s'y méprendre à une définition technique et politique de la pauvreté, entendue que pauvreté et santé sont inextricablement jumelées. Agir pour qu'ils existent et fonctionnent de manière à assurer un espace sanitaire de qualité pour tous est primordial. Dans le cadre de cette recherche sur les déterminants d'épidémies, nous les considérerons comme la base « technico-politique » de cette infrastructure multidimensionnelle, socle nécessaire à la propagation de l'épidémie.

b) *Facteurs économiques*

Le principal est le prix de l'eau. La gestion politique et économique de l'eau potable revêt différentes modalités dans les pays en développement : société d'état, société privée, groupe de distribution d'eau embouteillée, gestion communautaire. Le prix de l'eau étant central dans l'accessibilité à cette ressource, il est intéressant de constater qu'il existe trop souvent une relation presque inversement proportionnelle entre le niveau socio-économique et le prix (au litre ou m<sup>3</sup>) d'eau potable. C'est dire que l'accès en terme économique à la ressource vitale qu'est l'eau est d'autant plus difficile que le capital économique d'une personne est faible.



c) *Situations politiques à risque*

Toute déstabilisation d'un pays, qu'elle soit interne comme le coup d'état ou externe telle une guerre avec une puissance étrangère entraîne l'affaiblissement du système sanitaire, le ralentissement de ses réflexes structuraux, la destruction ou des dysfonctionnements d'infrastructures (assainissements, hôpitaux, adduction,...), et la modification des comportements individuels à des fins de survie. Toutes ces conséquences créent des situations à risque favorables à l'émergence du choléra et peuvent entraîner une chronicisation du choléra du à des problèmes politiques qu'il faut distinguer d'une endémisation environnementale.

Résultat d'affrontements internationaux ou interethniques, les déplacements massifs de population dans des conditions extrêmement précaires constituent la situation parfaite pour l'émergence du choléra : ils réunissent presque tous les déterminants de son apparition.

La figure 3 synthétise les principaux déterminants macroscopiques et microscopiques. Les interactions entre eux ne sont pas représentées pour plus de lisibilité. L'interface d'action présente les 4 domaines d'intervention qui permettent d'influer sur les déterminants d'épidémies.

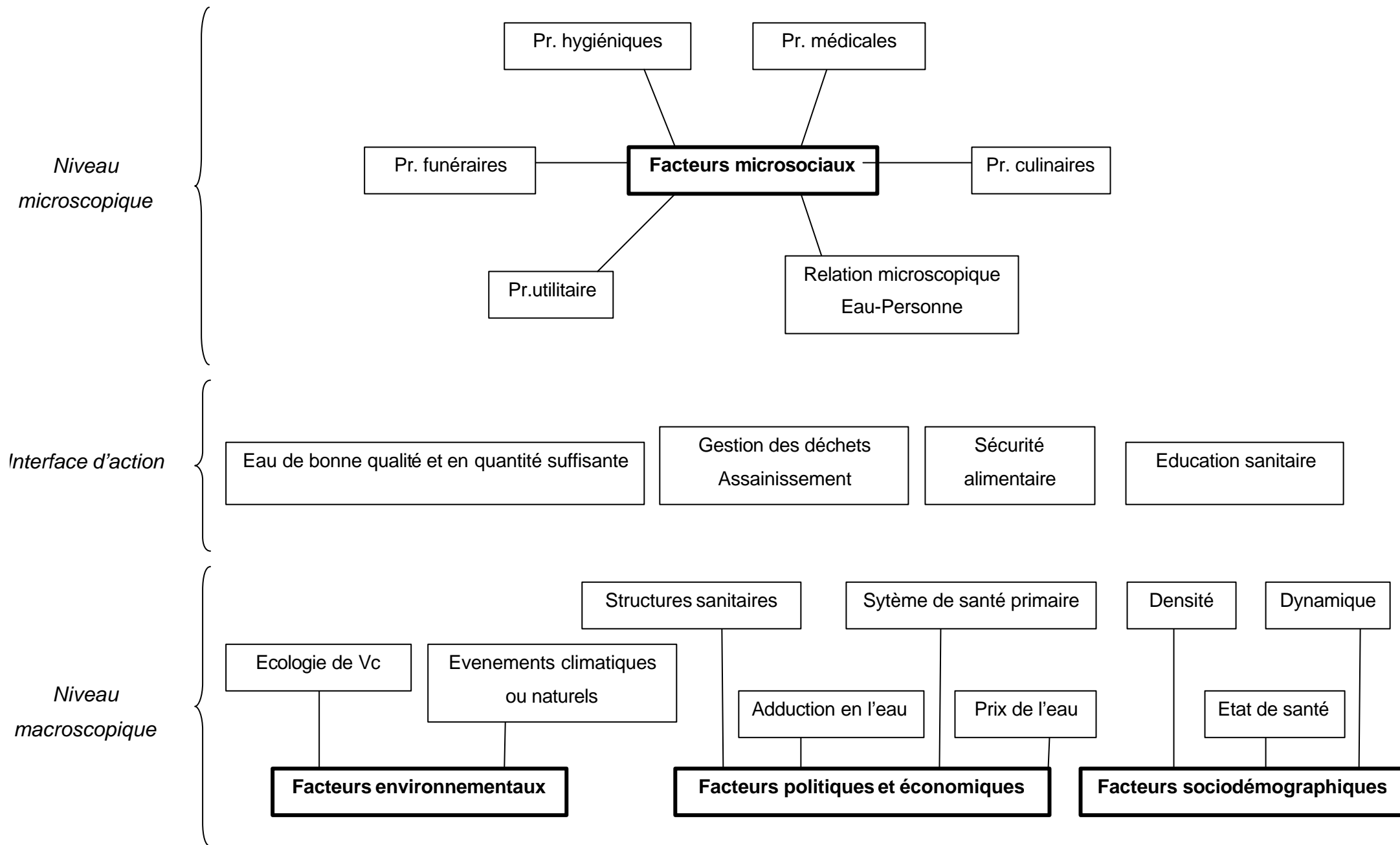


Figure 3: Déterminants macroscopiques et microscopiques d'une épidémie de choléra

### **3 EPIDEMIOLOGIE DU CHOLERA EN AFRIQUE ET PREVISIBILITE DES EPIDEMIES**

#### **3.1 Sources et démarche retenue**

##### **3.1.1 Sources utilisées**

Cette partie a pu être constituée à partir de différentes sources :

- Les courbes épidémiologiques représentant l'incidence du choléra par pays et par année, obtenues à partir des données disponibles en ligne sur le site de l'OMS [6]. Elles permettent une analyse macroscopique de la situation épidémiologique d'un pays et les comparaisons entre pays d'une zone homogène.
- Les rapports des missions OMS réalisées conjointement avec le Res'Eaux d'IGS français [32-34, 39]. Ces missions analysent la dynamique d'une épidémie particulière, la réponse qui lui fut donnée et recommandent des moyens de prévention et de lutte. Riches et détaillées, elles permettront une analyse microscopique de la situation du pays concerné.
- Les contacts téléphoniques et les rencontres avec les principaux acteurs du choléra français (universitaires, membres d'ONG, médecins des armées, professionnel OMS) souvent confrontés à la réalité épidémique sur le terrain ont permis de donner une dimension humaine à ce travail et de confronter les interprétations des causes essentielles des épidémies.

##### **3.1.2 A situations variées, épidémiologies diverses**

L'Afrique est un continent vaste qui présente une diversité climatologique et donc environnementale riche. Son climat est méditerranéen à l'extrême Nord (pourtour méditerranéen) et à l'extrême Sud (cône sud-africain). Entre ces deux limites un dégradé de climats tropicaux où la saison des pluies est plus ou moins marquée et la période sèche plus ou moins longue. Il existe aussi une multitude d'écosystèmes : delta estuarien, grands lacs, désert, zones côtières, grands fleuves, îles,...

L'Afrique est aussi le territoire de multiples cultures. Les groupes ethniques sont nombreux et ont développé des us et coutumes particuliers souvent en relation avec leurs environnements respectifs. Certaines populations sont restées rurales alors qu'une grande partie a immigré ou est en train d'immigrer vers les villes grossissant le flux des populations précarisées. Le nomadisme est un mode de vie encore répandu.

Concernant le choléra, cette double diversité, environnementale et sociétale, a pour principale conséquence d'élargir le panel de dynamiques épidémiologiques. Notre

volonté de compréhension trouvera son terrain d'exercice dans le cadre de contextes précis pour lesquels nous sommes à même de sélectionner les déterminants pertinents.

### **3.1.3 Démarche**

Le principal objectif de cette partie est double : il consiste à fournir une présentation la plus exhaustive possible des différentes dynamiques épidémiologiques du choléra en Afrique à un niveau macroscopique mais aussi d'analyser à un niveau local les déterminations essentielles de l'apparition et de la flambée épidémique afin d'évaluer la prévisibilité de l'occurrence des épidémies. Pour cela nous avons pensé pertinent de retenir la démarche suivante :

- Pour les pays pour lesquels nous disposons de données fiables ou de retours d'expérience écrits ou oraux nous avons tenté de décortiquer la dynamique d'une épidémie locale ainsi que les différents déterminants de son apparition. La finalité de ces analyses est d'extirper de cette conjonction de facteurs favorisant, les facteurs d'émergence et de propagation.
- Chaque pays cible fait partie d'une sous-région africaine dont l'homogénéité plus ou moins marquée permet une réflexion macroscopique, en particulier à partir des courbes épidémiologiques, sur un comportement épidémiologique régional.
- Pour les pays de ces sous-régions les plus touchés par le choléra, nous tenterons d'établir quand cela est possible les facteurs d'émergence et de propagation sans rentrer dans une analyse profonde.

Une carte de l'Afrique est donnée en *Annexe 1*.

## **3.2 Système de déclaration OMS**

### **3.2.1 Définition de cas**

Pour l'OMS, l'observation chez un malade de plus de 5 ans d'un épisode aigu de diarrhée aqueuse, généralement accompagnée de vomissements provoquant une déshydratation sévère OU l'observation d'un épisode aigu de diarrhée aqueuse chez un malade de plus de 2 ans dans une région où sévit le choléra doivent permettre de suspecter le choléra. Après confirmation biologique du premier cas tout malade de tout âge présentant une diarrhée aqueuse est considéré comme cholérique.

### **3.2.2 Déclaration**

Le système de déclaration des cas et des décès de choléra à travers le monde à l'OMS s'inscrit au sein du règlement sanitaire international (RSI). Son but est de détecter le plus promptement possible les possibles menaces sanitaires internationales et d'en prévenir la dispersion grâce aux recommandations OMS et à l'aide internationale. Dans ce cadre, le RSI requière des Etats la notification des cas et une réponse aux demandes de vérification d'informations concernant les urgences nationales sanitaires. Des personnes et institutions nationales constituent le relais entre états et OMS. Ces autorités sont obligées de déclarer le moindre cas de choléra qui déclenche l'alerte épidémique et de donner des informations quand l'infection a quitté le territoire.

En ce qui concerne le choléra, la déclaration est hebdomadaire et nationale ou par district. Les cas sont reportés dans le relevé épidémiologique hebdomadaire de l'OMS et archivés dans le Global Atlas consultable en ligne [6]. Mais ces données sont alors annualisées et uniquement disponibles à l'échelle nationale.

### **3.2.3 Limites et utilisation**

La représentativité des données ainsi recueillies avec la réalité épidémiologique reste à établir. En effet, il est évident qu'une forte sous-déclaration existe et ce pour plusieurs raisons :

- La définition de cas n'est d'abord pas toujours appliquée. Plusieurs pays ne comptabilisent que les cas confirmés biologiquement (tel que l'Inde).
- L'accès au système de santé doit être élevé pour que les personnes réellement touchées puissent être recensées. Ainsi la déclaration représente souvent plus la fréquentation des centres de soins que la réalité épidémique.
- Le niveau général de connaissance sanitaire peut aussi être incriminé dans la sous-déclaration : le malade doit pouvoir distinguer sa pathologie d'une simple diarrhée pour s'orienter vers les systèmes de santé.
- Mais ce qui constitue le plus grand frein à une déclaration représentative de la réalité sont les considérations touristiques et économiques. La peur d'embargos commerciaux et de sous fréquentation touristique amènent parfois des pays touchés par le choléra à grimer l'ampleur des épidémie.

Nous noterons d'ailleurs que la déclaration de cas de choléra à l'OMS a quasiment triplé depuis 1991, date de la création de la Global Task Force on Cholera Control.

Malgré cette sous-déclaration qu'il faut prendre en compte comme un biais d'observation, la notification semble la plupart du temps représentative du degré d'atteinte

d'un pays et permet des comparaisons internationales ainsi qu'une analyse épidémiologique.

### **3.3 Diversité épidémiologique en Afrique**

#### **3.3.1 L'Afrique du Nord épargnée ?**

L'Afrique du Nord est la sous-région africaine qui déclare le moins de cas à l'OMS : aucun cas depuis 1995, un peu de moins de 6000 en 1990 qui représente l'année la plus cholérique, cette déclaration n'étant constituée que par les cas de l'Algérie et du Maroc. Le Maroc ne déclare que cette année-là, la Tunisie n'a plus connu le choléra depuis 1973, la Libye depuis 1970 mis à part 22 cas en 1995, et les données pour l'Egypte ne sont pas accessibles en ligne.

Cette image d'une quasi-éradication du choléra de l'Afrique du Nord peut être relativisée. Il est vrai que le Sahara n'offre pas les conditions environnementales pour une pérennisation du choléra. De plus les plus grosses concentrations urbaines se trouvent sur le littoral méditerranéen qui ne semble pas représenter un écosystème propice à l'apparition du choléra. Les pays d'Afrique du Nord se sont développés au regard de leurs infrastructures d'assainissement et du système de santé primaire dans les zones urbaines mais les disparités sociales laissent toujours une partie de la population dans cette insécurité sanitaire propice au développement des maladies hydriques. S'il est vrai que le désert représente une barrière naturelle avec le reste de l'Afrique, les échanges commerciaux, les migrations intracontinentales et les grands rassemblements (en particulier les pèlerinages religieux) sont des voies de migration réelles et réalistes de l'agent pathogène.

Ainsi si l'Afrique du Nord constitue réellement une sous-région africaine regroupant des facteurs « protecteurs » face au risque de choléra, plusieurs conditions semblent réunies pour qu'il apparaisse de manière épidémique.

Les pays de l'Afrique du Nord possèdent un potentiel touristique immense qui parfois constitue le nerf de leurs économies. Cette considération permet de penser que la sous-déclaration voire la non-déclaration pourrait être pratiquée, en particulier en Egypte.

#### **3.3.2 Le Mali : cas particulier du Sahel ?**

##### *a) L'épidémie de 2003 au Mali*

Cette analyse s'appuie sur le rapport de la mission OMS-Res'Eaux intervenue fin 2003 [32].

Le Mali est un vaste pays du Sahel dont la portion Nord est désertique. Il est traversé d'ouest en est par le fleuve Niger qui forme un delta intérieur dans la région de Mopti. Ce delta est largement inondé durant la saison des pluies en Juillet et Août puis s'assèche progressivement durant les mois qui suivent (période des hautes eaux de Septembre à Décembre, période des basses eaux de Janvier à Juin). Au cours de la 7<sup>ème</sup> pandémie, le Mali a recensé 4 épidémies : en 1970-71, 1984-86, 1995-1996 et 2003-2004. L'évolution épidémiologique du nombre de choléra au Mali est donnée en *Annexe 2*. Les trois premières ont eu une ampleur équivalente avec la déclaration d'environ 7500 cas. La dernière fut de plus faible intensité (1500 cas) ce qui peut être attribuable à l'intervention des autorités et à la mise en place d'un plan de lutte.

Pour cette épidémie nous disposons de son évolution par semaine et par district ce qui permet une analyse plus fine de sa dynamique. L'épidémie est apparue à la fin de la saison des pluies mi-Août dans un village de la région centrale de Ségou. L'évolution de l'épidémie s'est faite en deux phases : de fin août à mi-octobre, une première vague se répand dans la région de Ségou et de Koulikoro le long du fleuve Niger vers l'ouest. De mi-octobre à fin décembre une seconde vague emprunte le fleuve Niger vers l'Est et touche la région de Mopti. La région de Tombouctou au nord et le district de la capitale Bamako n'ont rapporté qu'un faible nombre de cas.

On note ainsi que les régions désertiques du Nord ainsi que les zones les plus urbanisées ne sont pratiquement pas touchées et qu'aucune flambée épidémique n'est déclenchée par une concentration humaine massive et une transmission interhumaine de promiscuité ni par un manque d'infrastructures sanitaires urbaines : la semaine 46, fin Novembre 2003, représente le pic épidémique et compte 218 cas répartis dans l'ensemble du pays.

La dissémination des cas à partir et le long du fleuve Niger juste à la fin de la saison des pluies souligne le caractère environnemental de l'étiologie de cette épidémie : le fleuve et son delta, gonflés par les pluies, crée les conditions environnementales, à une autre période de l'année inexistantes, de l'apparition du choléra. Cet environnement particulier n'agit non pas comme causalité directe de l'apparition de l'épidémie (comme cela pourrait être le cas si l'on constaté la pérennité de l'agent pathogène ou des débordements de latrines) mais parce qu'il modifie la relation Eau-Personne ou plus exactement interagit avec l'autre déterminant primordial de cet épidémie malienne : le mode de vie des populations locales et leurs pratiques.

La constatation fut faite par les autorités maliennes que les premiers et la majorité des cas rapportés faisaient partie d'ethnies nomades, les Bozos et les Somonos. Ces populations de pêcheurs vivent dans des campements situés le long du fleuve Niger ou d'un des multiples bras du delta intérieur. Les pêcheurs se déplacent dans cette zone à partir de septembre, à la fin de la saison des pluies, jusqu'à décembre. Ils vivent alors

dans une précarité élevée, leur unique source d'eau étant celle du fleuve : ils consomment l'eau du fleuve, l'utilisent pour cuisiner et se laver, n'ont pas de latrines. Le péril oro-fécal est alors manifeste. La mobilité de ces populations a certainement contribué à la diffusion de l'épidémie le long du fleuve Niger. Pour ce qui est des multiples foyers qui ont été rapportés dans les différentes régions maliennes, le mode de contamination incriminé est la consommation de poisson (le tinani) que les pêcheurs nomades vendent à travers l'ensemble du pays à cette période. La consommation d'eau contaminée ou le contact avec des populations touchées ne peuvent néanmoins être écartés comme voie de contamination.

Cette épidémie est donc résultat de conditions environnementales particulières et du mode de vie spécifique d'une communauté nomade. Le facteur d'émergence semble avoir été un rassemblement de personnes au sein d'un village. Le facteur de propagation est double : le nomadisme des populations les plus touchées et la vente de nourriture contaminée par ces mêmes populations.

*b) Le Sahel : zone épidémiologique homogène*

Le Mali est l'un des 7 pays qui forment le Sahel qui s'étend de l'actuel Tchad à la Mauritanie. La dynamique épidémiologique du Mali semble assez représentative de cette zone : des épidémies surviennent sporadiquement traînant en général les deux ou trois années suivantes puis le choléra disparaît pour une période variant de trois à dix ans. Les taux d'attaque pour 100 000 habitants peuvent être élevés comme en 1996 au Sénégal (152,24) et en Mauritanie (155,59) ou en 1991 au Tchad (150,38). Mis à part pour ce dernier, les taux d'attaque reste en générale inférieur à 50/100 000 habitants. On constate aussi que ces épidémies peuvent circuler entre pays voisins. Le lac Tchad à la frontière entre le Niger et le Tchad a été récemment incriminé comme origine d'une épidémie qui flambait à Ndjamena en Juillet 2004. Le fleuve Niger semble une voie de dissémination privilégiée entre le Mali et le Niger. De mêmes les épidémies sénégalaises sont concomitantes des épidémies mauritaniennes.

La constatation la plus intéressante au regard des courbes épidémiologiques annuelles est que: mis à part une épidémie qui a touché le Tchad et le Niger en 1991, tous les pays présentent les trois grandes épidémies de 1970-1972, 1984-1986 et 1994-1996. Nous pouvons penser que : 1/ La similarité du climat tropical sec et de la courte saison des pluies ces années-là a créé simultanément des conditions favorables à l'apparition du choléra dans ces pays ; 2/ Les échanges et en particulier ceux du réseau fluvial sahélien permettent la dissémination du choléra.



Cette constatation permettrait une réflexion plus poussée sur les moyens d'alerte : en effet le déclenchement d'une épidémie de choléra dans l'un des pays sahéliens devrait élever la crainte de dissémination dans les pays voisins.

### **3.3.3 La Côte d'Ivoire : une goutte dans l'Afrique de l'Ouest**

#### *a) Exemple d'épidémie urbaine*

Le rapport de mission OMS [33] a été une source de renseignements primordiale dans l'analyse qui suit.

La courbe épidémiologique du nombre de cas de choléra par année est donnée en *Annexe 3*. La Côte d'Ivoire a subi deux grands événements épidémiques depuis le début de la 7<sup>ème</sup> pandémie : en 1995 et récemment en 2001-2002. C'est sur cette dernière que nous nous concentrerons. Ses caractéristiques sont:

- son ampleur : plus de 6000 cas déclarés en 2001.
- sa durée : des cas ont été déclarés tout au long de l'année.
- son caractère urbain : plus la moitié des cas ont été déclaré à Abidjan.

La ville d'Abidjan connaît depuis quelques années des cas sporadiques de choléra durant la saison des pluies depuis l'épidémie de 1995 mais pas de flambée, cette épidémie constitue donc une dynamique nouvelle qu'il nous faut comprendre.

La Côte d'Ivoire est soumise à un climat de type équatorial humide, caractérisé par des précipitations abondantes dans le Sud et le Centre. Sur la côte, les pluies les plus fortes tombent de mai à août. L'automne est marqué par l'alternance d'une période sèche et d'une période humide. L'épidémie s'étalant sur toute l'année nous relativiserons le caractère environnemental de sa détermination même si le pic épidémique eut lieu en septembre 2001 à la fin de la saison des pluies.

Les zones urbaines d'Abidjan les plus touchées sont les quartiers dits « spontanés » peuplés par des populations très précaires. Les infrastructures sanitaires de base y font défaut : les points d'eau courante sont rares, il n'existe aucun réseau d'évacuation des eaux usées. Dans cette ville, la croissance démographique (+3,2% par an) entraîne une crise des infrastructures de base dont les prévisions de construction sont perpétuellement en retard sur le développement réel.

Les migrations, sous-tendue par la question de l'Ivoirité, sont aussi à prendre en compte. Les populations migrantes (en particulier du Burkina Faso) sont souvent celles qui sont reléguées dans les quartiers les plus pauvres. L'éclatement des réseaux d'entraide traditionnelle augmente leur vulnérabilité. De plus la dissémination de ces populations fragilisées dans la capitale entraîne un déplacement intra-urbain permettant la diffusion interhumaine du choléra.

Enfin, il faut souligner l'accès très mauvais à une eau de bonne qualité et en quantité suffisante dans l'agglomération abidjanaise. Lorsque des bornes fontaines

existent, le prix de l'eau est prohibitif, permettant en moyenne l'accès à 30L d'eau par personne et par jour, pour les populations défavorisées ce qui empêche d'assurer une bonne hygiène personnelle permettant de réduire le risque choléra. Quant à l'assainissement, certaines populations comme les Dogons continuent de vider les latrines à la main.

L'ensemble de ces considérations ne suffit cependant pas à expliquer pourquoi en 2001 l'épidémie fut aussi ample. Le contexte politique et économique nous semble déterminant dans l'apparition de cette épidémie. En effet le coup d'Etat de 1999 et les troubles qui ont suivis ont affecté l'économie aggravant la situation de franges entières de la population et plongeant certaines dans une situation socio-économique critique qui a augmenté leur vulnérabilité. De plus les remaniements institutionnels ont lourdement touché l'organisation du système sanitaire et son fonctionnement structural. La répartition des responsabilités et des tâches (par exemple la gestion des déchets) s'est heurtée à des redéfinitions qui laissent des vacances de fonctionnement.

Cette épidémie est caractéristique des épidémies urbaines touchant les populations marginales. Le facteur macroscopique ayant permis l'émergence et la propagation de l'épidémie est la modification et l'affaiblissement du système de santé ivoirien et la paupérisation, conséquence de la déstabilisation nationale.

*b) Diversité des situations en Afrique de l'Ouest*

La Côte d'Ivoire fait partie de l'Afrique de l'ouest, vaste région africaine qui s'étend selon un axe nord-ouest/sud-est de la Guinée à la République Démocratique du Congo. La diversité environnementale et populationnelle ne permet pas de généralisation quant à la dynamique épidémique du choléra ; néanmoins nous aimerions souligner quelques aspects importants :

- La partie du golfe de Guinée qui s'étend de l'est de la Côte d'Ivoire jusqu'au Cameroun et qui baigne les littoraux du Ghana, du Togo, du Bénin, et du Nigeria semble être le lieu d'une endémicisation du choléra : depuis 1991, ces 5 pays déclarent un nombre élevé de cas de choléra à l'OMS. Cette région peut être soupçonnée d'être un écosystème favorable à la pérennisation environnementale de *Vibrio cholerae* et nous parlerions alors d'endémicité environnementale mais des études plus détaillées seraient nécessaires afin d'avérer cette origine écobioologique.
- Plus au Sud, le Gabon, pays stable politiquement et aux ressources naturelles fournies, n'est pratiquement pas touché par le choléra. Le Congo, malgré sa proximité avec la RDC n'a subi qu'une grosse flambée épidémique en 1998-1999.

- Plus au Nord, le cas de la Guinée est intéressant car son environnement littoral constitué de presqu'îles semble être propice à la pérennisation de *Vibrio cholerae*. Cette zone serait ainsi le point de départ de bouffées épidémiques dont la détermination environnementale reste à confirmer mais expliquerait l'épidémie de 1994-1995 qui toucha plus de 30 000 personnes [25].
- Ses voisins, le Libéria et la Sierra Leone ont été violemment touchés en 1994-1996 (taux d'attaque 179,40/100 000 en 1995 en Sierra Leone, 268, 98/100 000 au Libéria en 1996). La proximité de ces pays et la concomitance ou le faible décalage entre les épidémies de choléra est encore une fois questionnant : Y a-t-il eu un évènement régional (environnemental) qui aurait permis la flambée du choléra dans ces trois pays ou est-il d'abord apparu en Guinée pour se répandre ensuite aux deux autres pays ? Il est difficile d'y répondre. De plus la Sierra Leone et le Liberia ont constitué ou constituent des enclaves de guerre qu'on peut considérer comme des Complex Emergency Countries, pays en urgence complexe.

### 3.3.4 La région des Grands Lacs : fatalisme politique et endémisation

La région des Grands Lacs se trouve entre la République Démocratique du Congo, le Burundi, l'Ouganda, le Rwanda et la Tanzanie. C'est une zone particulièrement intéressante et complexe quant à la dynamique du choléra.

#### a) *Conflits et déplacements de population : l'inacceptable épidémie de 1994*

La plus grande épidémie de choléra qu'a subi cette région est celle de 1994 dans le camp de Goma. La défaite des forces armées hutus, responsables du génocide rwandais, a entraîné l'exode d'un million de Hutus vers la RDC sur les bords du lac Kivu. Cette migration massive et soudaine n'a pu être prévenue par l'établissement de camps capables de canaliser le risque épidémique et en particulier le péril oro-fécal : infrastructures d'assainissement, latrines, eau potable n'existaient pas. Les points d'eau utilisés ont rapidement été contaminés. Associés à un état sanitaire précaire et à une immunité nulle de ces populations, l'épidémie emporta quelques 23 000 personnes en à peine un mois [30].

Dans ce cas précis l'aspect politique de la détermination est évident. Le facteur d'émergence de l'épidémie est clairement la migration forcée des populations suite au conflit armé. L'ampleur de l'épidémie (facteur de propagation) ne peut être comprise sans tenir compte de l'état immunitaire de ces populations, de l'extrême surpopulation dans les camps de réfugiés et de l'absence de latrines et d'eau potable.

*b) La situation des grands lacs : vers l'endémisation anthropo-sociale*

Mise à part cet épisode dramatique, la RDC peut être considérée comme un pays endémique avec une déclaration continue de cas depuis 1978 (voir *Annexe 4*). Au niveau national, d'autres facteurs expliquent l'incidence de la maladie tels que les rites funéraires consistant en l'absorption d'une décoction d'eau et de vêtements du mort et les pratiques des enfants chercheurs de diamants qui les conservent dans leurs bouches.

Le Burundi déclare depuis 1992 un nombre de cas importants (taux d'attaque compris entre 7,86 et 56,43 pour 100 000 habitants) comme le Rwanda depuis 1991 (taux d'attaque compris entre 0,04 et 38,77 pour 100 000 habitants). L'Uganda notifie lui aussi depuis 1994 des cas de choléra à l'OMS avec un pic spectaculaire en 1998 (49514 personnes touchées pour un taux d'attaque de 196/100 000 habitants).

Ce profil épidémiologique nous amène à penser qu'une endémisation est en train de s'opérer dans cette région. Cette endémisation et son caractère éco-biologique ou anthropo-social divise la communauté scientifique.

L'endémisation anthropo-sociale au sein de territoires encore fragilisés par les tensions interethniques pourrait en effet expliquer une notification continue d'une année sur l'autre. Les mouvements de réfugiés qui s'effectuent entre ces différents pays ainsi que les camps de personnes déplacés au sein de leur pays (Internally Displaced Persons) sont sûrement un vecteur de propagation important. Le caractère endémique des affrontements assurerait celui du choléra à un niveau macroscopique.

Néanmoins les caractéristiques environnementales de cette région suggèrent qu'une pérennisation environnementale de *Vibrio cholerae* est également possible. Ainsi l'hypothèse d'un lien entre celui-ci et la microflore d'eau douce a été évoquée pour expliquer la persistance de cette bactérie dans les grands lacs africains [35].

### **3.3.5 Le Mozambique : l'endémisation environnementale du choléra en Afrique australe**

*a) Les facteurs climatiques comme facteurs de rupture*

La consultation du rapport de mission OMS [34] est la base de l'analyse suivante.

Les premiers cas de choléra au Mozambique ont été rapportés en 1973. Jusqu'en 1996, le Mozambique fait face à des épidémies de choléra qui ne surviennent pas tous les ans (de 1986 à 1989 et en 1995-1996, aucun cas n'est déclaré). Depuis 1997, le choléra est présent chaque année et en 1998, date de la plus grosse épidémie, jusqu'à 48 000 cas furent déclarés à l'OMS, représentant un taux d'attaque supérieur à 250/100 000.

Depuis 1997, le nombre minimum de cas déclarés par an est de 9000 cas. Le choléra doit donc être considéré comme endémique dans ce pays (*Annexe 5*).

A l'échelle des sous-régions du pays, il apparaît que les zones touchées par le choléra varient entre 1997 et 2003. Néanmoins depuis 1998, toutes les provinces ont eu des cas de choléra sauf une et depuis 1997 Maputo et Beira rapportent des cas chaque année. Dans ces deux villes les cas surviennent dans les bidonvilles où les conditions sanitaires sont déplorables : accès à l'eau, latrines, assainissement, déchets. Les conditions sociodémographiques propices à l'apparition du choléra sont donc réunies.

Chaque année les cas de choléra apparaissent de fin Novembre à fin Juin ce qui correspond à la saison des pluies. Les pics épidémiques se situent en Mars-Avril c'est-à-dire au moment des plus fortes pluies.

Cette constatation nous permet d'établir les facteurs climatologiques et en particulier la saison des pluies comme facteur de rupture déclenchant l'épidémie dans un contexte endémique.

*b) L'Afrique australe : l'avancée du choléra et Sida*

La plupart des pays d'Afrique australe subissent des flambées épidémiques violentes depuis le début des années 1990 qui prennent l'allure d'endémie. Le Malawi, la Zambie et le Zimbabwe déclarent des cas depuis 1998. C'est donc que les conditions sociodémographiques et environnementales requises pour la circulation de *Vibrio cholerae* au sein de la population sont établies. La situation géographique de ces pays au contact du Mozambique où l'endémicité environnementale existe et proche de la RDC (pour la Zambie) est sûrement déterminante dans la stabilisation du choléra.

Les déplacements de populations entre ces pays semblent constituer le facteur de propagation et la source de la réinfection permanente. On parlera d'épidémies tournantes. S'il y a endémisation, elle sera de nature anthropo-sociale.

Ainsi l'épidémie qui a touché la Zambie en 2003 trouve son origine dans la migration d'une personne atteinte du choléra à partir de la RDC. La migration de réfugiés originaires de la région des grands lacs vers les quartiers périurbains précaires est déterminante [39]. La situation des pays orientaux de l'Afrique australe est très préoccupante : le choléra semble y avoir trouvé un terrain propice à sa stabilisation.

Le cas de l'Afrique du Sud est aussi du premier intérêt : quasiment indemne du choléra depuis 1986 (seulement des cas sporadiques ont été notifiés), celui-ci se déclare fortement en 2000 avec 20 000 cas. L'épidémie explose alors pour atteindre en 2001 un total de 106 159 cas déclarés représentant un taux d'attaque pour 100 000 habitants de

241,14. Le Kwazulu-Natal qui se trouve à l'est est le plus touché. La basse côte sud est aussi atteintes. La récente privatisation des compagnies de distribution d'eau entraînant l'augmentation du prix de l'eau et l'introduction de compteurs d'eau prépayés ont considérablement abaissé l'accessibilité à une eau de bonne qualité pour les populations les plus démunis.

Ce facteur économique est considéré comme le facteur d'émergence pour l'épidémie sud africaine.

Une préoccupation d'actualité en Afrique australe est la prévalence du SIDA. La dégradation générale de l'état sanitaire de la population et dans certains pays jusqu'au manque de personnels qualifiés dans plusieurs secteurs dont celui de la santé augmentent encore plus le potentiel d'expression du choléra.

### **3.3.6 L'Afrique orientale et le cas des îles**

De manière succincte, nous souhaitons évoquer la situation dans ces deux aires géographiques afin d'être complet mais elles ne furent pas au centre de la réflexion menées

#### *a) L'Afrique orientale*

La Tanzanie et le Kenya présentent un profil épidémiologique très proche de celui du Mozambique. La Tanzanie déclare des cas chaque année depuis 1978 et le Kenya, bien qu'il ait connu quelques années sans déclaration (1988, 1990-1991, 1993) est fortement touché. Ces deux pays présentent un pic épidémique respectivement en 1997 et 1998 avec des taux d'incidence de 113 pour 100 000 pour la Tanzanie et 70,9 pour 100 000 pour le Kenya. L'influence de la saison des pluies semble aussi être le facteur de rupture.

Le cas de la Somalie est plus difficile à appréhender : une épidémie la touche en 1985-86, puis le choléra disparaît jusqu'en 1994, date depuis laquelle il n'a pas disparu. L'inexistence d'une structure étatique, la famine, les insurrections permanentes et l'abandon de la communauté internationale en font un Complex Emergency Country. La chute du régime dictatorial en 1991, et la guerre civile qui atteint son paroxysme en 1993, semblent être des précurseurs de l'apparition en 1994 de la plus grosse épidémie qu'est subie le pays : plus de 28 000 cas pour un taux d'attaque de 353,07 pour 100 000. Depuis le choléra est endémique.

#### b) *Les Comores et Madagascar*

L'océan indien a été touché par le choléra au début de l'année 1998. C'est la Grande Comore qui déclare les premiers cas. Cet archipel ne connaissait plus le choléra depuis 1975. Dans le cas des îles indemnes de choléra, il est clair que le facteur d'apparition réside d'abord dans l'importation de l'agent pathogène. En 1998, il semble être arrivé dans la grande Comore par voie aérienne, à partir de l'Afrique de l'Est (Mozambique certainement). Dans le cas de cette épidémie, la transmission interhumaine via les mains sales au sein du système hospitalier a été le premier vecteur de sa dissémination. Les coutumes funéraires ont aussi été une voie de contamination prépondérantes. La rareté de l'eau et l'utilisation répandue de marigot et de puits en particulier en zones rurales a scellé la propagation de l'épidémie [30].

Madagascar n'avait pas connu le choléra avant 1999. L'importation du choléra à partir des Comores est l'explication retenue pour son apparition. En 1999, l'épidémie a connu deux poussées. L'aspect assez limité de la première peut s'expliquer par le climat de cette épisode, saison fraîche et sèche d'Avril à Septembre et par les barrages sanitaires mis en place. L'extension de l'épidémie lors de la seconde phase s'est effectuée pendant la saison chaude des pluies. Elle semble s'être opérée par voie maritime du fait de l'incessant déplacement de personnes en pirogue allant de village en village [40].

L'évolution de ces épidémies qui tendent à être jugulées par les mesures sanitaires et de lutte laisse penser que ces îles ne présentent pas de risque d'endémies. Leur spécificité environnementale ne semble pas permettre de pérennisation.

### **3.4 Synthèse des profils épidémiologiques macroscopiques du choléra en Afrique**

L'annexe 6 donne une cartographie du nombre de cas de choléra par pays en Afrique.

Cette recherche nous a permis d'identifier 4 grands types de comportements épidémiologiques en Afrique.

Pour ces 4 familles, il existe un point commun : la différence entre zones urbaines et zones rurales. Les zones urbaines sont caractérisées par leur forte concentration humaine et des conditions de peuplement mal maîtrisées. Le risque d'épidémies hydriques dans ces zones est une préoccupation majeure car les conditions sont réunies pour que leurs impacts soient retentissants. Surpopulation, précarité, manque

d'infrastructures sanitaires font craindre la non maîtrise de l'épidémie. Pourtant les zones urbaines sont aussi celles qui sont en général le mieux desservies par le système de santé primaire : dispensaires, hôpitaux, prise en charge des cas. C'est pourquoi la létalité dans les villes est souvent inférieure à celle observée au niveau national. Pour ce qui est des zones rurales, les situations sont variées. Elles abritent en général des populations en nombre limité. Les échanges entre les différentes populations permettent la circulation du Vibrio. La faiblesse du système sanitaire rend difficile la prévention et une prise en charge rapide des malades. A cela s'ajoute souvent la dissémination dans de nombreux foyers à travers la zone.

### **3.4.1 Zones d'endémo-épidémie écobioologique**

Ces zones d'endémies correspondent souvent à des zones humides ou comportant une saison des pluies. L'endémie est latente et une faible proportion de la population peut être atteinte sur une période de plusieurs mois sans qu'une épidémie violente ne se déclenche. La contamination interhumaine est faible et la diffusion est surtout due à l'eau et aux aliments pollués.

Dans ces zones s'installe un équilibre entre infection et immunité. C'est la réinfection itérative qui permet chez certains le développement d'une immunité à moyen terme et qui explique que principalement les enfants soient victimes du choléra grave.

Le Mozambique, la Tanzanie qui présentent clairement une saisonnalité épidémique concomitante à la période des pluies sont identifiés comme telle. L'épidémie flambe chaque année à une période quasi fixe dans les quartiers les plus défavorisés des grandes villes puis se dissémine dans le reste du pays et retourne ensuite à l'état endémique. Sans données locales nous ne pouvons intégrer dans cette classification les pays du Golfe de Guinée même si une forte présomption d'une endémisation environnementale paraît s'y opérer, en particulier au Ghana et au Bénin.

### **3.4.2 Zones d'endémie antro-po-sociale**

C'est le cas de la région des Grands Lacs, de la Somalie, du Liberia. Dans ces zones de conflit la dynamique est plus complexe : l'immunité de la population, le caractère massif ou non des regroupements de population déplacées, l'existence de ressources en eau suffisantes et de systèmes d'assainissement, l'intervention de l'aide internationale ou humanitaire influencent directement sur le potentiel du choléra à devenir endémique. Néanmoins depuis 1990, la pérennité du choléra dans ces zones semble établie.

### **3.4.3 Zones d'épidémies tournantes**

Ces zones constituent la frontière entre l'endémie antro-po-sociale et l'épidémie. La faiblesse des déterminations environnementales et l'absence de conflit massif entraînant des déplacements de population les distinguent des deux premières classes.



Elles présentent cependant un fort potentiel d'endémisation. Les pays d'Afrique australe correspondent à cette définition : Malawi, Zimbabwe, Zambie ainsi que certains pays d'Afrique de l'Ouest tels le Cameroun et le Burkina Faso.

#### **3.4.4 Zones épidémiques**

Les zones purement épidémiques sont souvent caractérisées par la prépondérance d'une détermination qui n'est pas environnementale. Les comportements humains sont primordiaux dans la diffusion de l'épidémie.

La zone épidémique répond à une contamination dont l'origine doit être cherchée dans l'importation de l'agent pathogène : migration, rassemblement, déplacement, importation de nourriture ou d'eau. Lors de la primo-infection d'une zone jusqu'alors indemne du choléra, adultes et enfants sont également atteints du fait de l'absence d'immunité et l'épidémie est en générale explosive. Les répliques qui peuvent survenir plus tard sont généralement moins importantes et souvent dues à des sujets qui n'avaient pas été touchés et donc pas immunisés par la première vague.

C'est le cas du Sahel, du Congo, de la République centre africaine, des Comores et de Madagascar.

### **3.5 Discussion sur les possibilités de prévision du cholera en Afrique**

Il faut différencier la prédiction de :

- l'occurrence de l'épidémie,
- l'ampleur de l'épidémie : celle-ci est multifactorielle et seule une analyse exhaustive des possibles déterminants permet une évaluation qualitative du risque.

#### **3.5.1 Prédiction à l'échelle continentale**

La diversité des dynamiques épidémiologiques et la multiplicité des possibles déterminants de la flambée d'une épidémie de choléra en Afrique n'ont pas permis lors de cette recherche l'établissement d'une typologie simple ou d'indicateurs globaux permettant la mise en place d'un système de prédiction continental que ce soit pour prédire l'occurrence ou l'ampleur de l'épidémie. Nous pensons d'ailleurs que pareille démarche ne peut aboutir à un résultat satisfaisant en particulier en terme de spécificité. La volonté de modélisation trouverait peut-être une voie de réalisation dans une réflexion systémique et la création de modèles complexes intégrant les trois types de facteurs fondamentaux dans la détermination d'une épidémie : sociodémographiques, politiques et économiques, écologiques et climatiques. Néanmoins les données disponibles tant épidémiologiques que sociodémographiques et politico-économiques sont rarement disponibles ou alors de qualité très médiocres.

### 3.5.2 Prédiction de l'occurrence à l'échelle régionale

#### a) *Pays d'endémicité environnementale*

L'épidémie est souvent déclenchée par un facteur climatique. La saison des pluies est ainsi clairement associée à la saisonnalité de la poussée épidémique dans les zones d'endémicité environnementale.

Beaucoup d'espoirs sont fondés sur le développement d'Early Warning System, systèmes d'alerte précoce. Les premières tentatives concernant le cholera se basent sur l'utilisation du climat dans les zones endémiques du Golfe du Bengale [37].

Cette possible prédiction devrait permettre de mettre en œuvre les moyens de prévention capables de juguler la propagation de l'épidémie. Mais dans les pays touchés, il est difficile de mobiliser les fonds nécessaires pour lutter contre un problème qui n'est pas encore manifeste.

#### b) *Autres profils épidémiologiques*

La prédiction de l'occurrence d'une épidémie dans une zone d'endémicité anthropo-sociale ou dans une zone encore indemne de cholera s'avère difficile. Plusieurs situations considérées comme à risque permettent d'attirer l'attention mais elles ne constituent en rien une certitude.

Une réflexion purement épidémiologique à partir des courbes d'incidence par année et par pays permet de dégager des tendances générales -pays endémique, pays épidémique, parfois circulation de l'épidémie d'un pays à l'autre- mais nous ne disposons pas d'assez de recul pour les utiliser à des fins de prévision : dans aucun cas nous n'avons pu mettre en évidence une dynamique cyclique pour les zones épidémiques.

## CONCLUSION

Le choléra est une maladie complexe. La compréhension de son étiologie ne peut se passer d'une analyse multifactorielle de ses déterminations. Cette étiologie se caractérise par sa multicausalité. Les natures sociodémographique et microsociale, politique et économique, écologique et climatique des facteurs qui déterminent l'apparition et la flambée du choléra doivent être considérées au sein d'une analyse pluridisciplinaire afin de permettre une évaluation qualitative du risque d'épidémies.

Mis à part dans les zones d'endémicité environnementale, la prédiction se heurte à ce caractère multidimensionnel ainsi qu'au manque de données épidémiologiques de qualité. La constitution d'une typologie des différents facteurs à considérer permet cette analyse qualitative. A l'échelle d'une région homogène il est alors possible d'apprécier les populations et situations à risque et les facteurs d'émergence et de propagation susceptibles de mener à une flambée épidémique en considérant que la rupture de l'équilibre menant à la flambée n'est pas toujours d'ordre environnemental.

L'intérêt de la prévision reste contingentée à la capacité ou à la volonté de prévention et de lutte des pays, des institutions internationales et des organisations non gouvernementales. Le choléra, à la fois caractéristique du péril oro-fécal et maladie des mains sales, ne doit pas être considéré comme une fatalité. Il est cependant un cruel indicateur des conditions de vie des populations touchées et révèle cette inégalité face à l'accès à une eau de bonne qualité et en quantité suffisante ainsi qu'à un système d'assainissement fonctionnel.

---

## Bibliographie

---

1. SNOW J - *On the mode of communication of cholera*. J. Churchill, 2<sup>nd</sup> ed., 1855, London, p.1-162.
2. KOCH R - *An adress on cholera and its bacillus*. Br Med J, 1884, 403-404.
3. GOODGAME RW, GREENOUGH WB – *Cholera in africa : a message for the West*. Ann Intern Med, 1975, **82**: 101-106.
4. LEVINE MM – *South America : the return of cholera*. Lancet, 1991, **338**: 45-46.
5. Siddique AK, Akram K, Zaman K, Mutsuddy P, Eusof A, Sack RB - *Vibrio cholerae O139: how great is the threat of a pandemic?*. Trop Med Int Health, 1996, Jun, **1(3)**:393-8.
6. Global Atlas. Disponible sur Internet à l'adresse: <http://globalatlas.who.int/>.
7. PACINI F - *Observazioni microscopiche e deduzioni patologiche sul cholera asiatico*. Gaz. Med. Ital., 1854, **6**:405-412.
8. LIPP EK, HUQ A, COLWELL RR - *Effects of global climate on infectious disease: the cholera model*. Clin Microbiol Rev., 2002 Oct, **15(4)**:757-70.
9. LAVALLEE M - *Actualités du choléra à l'aube du troisième millénaire*. Développement et santé, 1999, n°142
10. COLWELL RR, HUQ A - *Environmental reservoir of Vibrio cholerae. The causative agent of cholera*. Ann. N. Y. Acad. Sci., 1994, **740**:44-54.
11. COLWELL RR – *Vibrio cholerae and related Vibrios in the Aquatic Environment – An ecological paradigm*. Proc. IV ISME, 1986, 426-434.
12. COLWELL RR, HUQ A – *Vibrios in the marine and estuarine environment: tracking Vibrio cholerae*. Ecosystem health, 1996, **2(3)**: 198-206.
13. COTTINGHAM K & all – *Environmental microbe and human pathogen: the ecology and the microbiology of Vibrio cholerae*. Front Ecol Environ, 2003, **1(2)**: 80-86.
14. KAPER JB, MORRIS JG, LEVINE MM – *Cholera*. Clin Microbiol Rev, 1995, 8: 48-86.
15. BENBID A & all – *Intérêt de la recherche des anticorps vibriocides en zone d'endémie à Vibrio cholerae O1*. BullSoc Pathol exot, 1994, 87 : 33-37.
16. BERCHE P – *Choléra et environnement*. Med Mal Infect, 1999, 29 : 301-307.
17. SANCHEZ JL, TAYLOR D – *Cholera*. Lancet, 1997, 349:1825-1830.
18. HIRSCHHORN N & all – *Decrease in net stool outout during intestinal perfusion with glucose-containing solutions*. N Engl J Med, 1968, **279**:176.
19. BOUTONNIER A, DASSY B, DUMENL R, GUENOLE A, RATSITORAHINA M, MIGLIANI R, FOURNIER JM - *A simple and convenient microtiter plate assay for*

- the detection of bactericidal antibodies to Vibrio cholerae O1 and Vibrio cholerae O139.* J Microbiol Methods, 2003, **55(3)**:745-753.
20. CAVALLO JD, NIEL L, TALARMIN A, DUBROUS P – *Sensibilité aux antibiotiques des souches épidémiques de Vibrio cholerae et Shigella dysenteriae A isolées au Rwanda.* Med trop, 1997, **57**:309-310.
  21. MERREL DS & all – *Host-induced epidemic spread of the cholera bacterium.* Nature, 2002, **417**: 642-645.
  22. ISLAM MS, DRASAR BS, SACK RB – *The aquatic flora and fauna as a reservoir of Vibrio cholerae: a review.* J Diarrhoeal Dis Res, 1994, **12**: 87-96.
  23. SACK RB, SIDDIQUE AK, LONGINI IM, NIZAM A, ISLAM MS – *A 4-year study of the epidemiology of Vibrio cholerae in four rural areas of Bangladesh.* J Infect Dis, 2003, **187**:96-101.
  24. SHAHINIAN ML, PASSARO DJ, SWERDLOW DL, MINTZ ED, RODRIGUEZ M, PARSONNEL J – *Helicobacter Pylori and epidemic Vibrio cholerae O1 infection in Peru.* Lancet, 2000, **355**:377-378
  25. BOIRO MY, LAMAN, BARRY M, DIALLO R, MORILLON M – *Le choléra en Guinée: l'épidémie de 1994-1995.* Med Trop, 1999, **59** :303-306.
  26. ACKERS ML, QUICK RE, DRASBECK CJ, HUTWAGNER L, TAUXE RV - *Are there national risk factors for epidemic cholera? The correlation between socioeconomic and demographic indices and cholera incidence in Latin America.* Int J Epidemiol, 1998, **27(2)**:330-334.
  27. BORROTO RJ, MARINEZ-PIEDRA R – *Geographical pattern of cholera in Mexico.* Int J of Epidemiology, 2000, **29**:764-762.
  28. PASCUAL M, RODO X, ELLNER SP, COLWELL RR, BOUMA MJ – *Cholera dynamics and El Niño-southern oscillation.* Science, 2000, **289**:1766-1769.
  29. DE ALMEIDA FIHLO N, *Epidemiología sin número, Organización Panamericana de la Salud, 112 pages.*
  30. PIARROUX, R – *Le choléra: épidémiologie et transmission. Expériences tirées de plusieurs interventions humanitaires en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale.* Bull Soc Pathol Exot, 2002, **95(5)**:345-350.
  31. TORRES CODEÇO C - *Endemic and epidemic dynamics of cholera : the role of the aquatic reservoir.* Dispnibe sur Internet: <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/1/1>.
  32. LEGROS S, BERTHOMME P- *Epidémie de choléra Mali.* Mission OMS du 10 au 23 Décembre 2003. Disponible sur Internet :
  33. BRIAND S, CAUSSE JF – *Réponse et préparation aux épidémies de choléra Abidjan, Côte d'Ivoire.* Mission OMS-MAE 29 Janvier 2003- 15 Février 2002. Disponible sur Internet :

34. MARODON F, THIRIA J – Rapport sur le programme de lutte contre le choléra au Mozambique. Mission OMS Juin 2003. Disponible sur Internet :
35. NYAMAGOBA HD, OBALA AA, KAKAI R – *Combating cholera epidemics by targeting reservoirs of infection and transmission routes : a review*. East Afr Med, 2002, **79**:150-155.
36. LOBITZ B, BECK L, HUQ A, WOOD B, FUCHS G, FARUQUE ASG, COLWLL RR – *Climate and infectious disease: use of a remote sensing for detection of Vibrio cholerae vy indirect measurement*. Proc Natl Acad Sci USA, 2000, **97** :1438-1443.
37. OMS, Communicable Disease Surveillance and response, Protection of the Human Environment, Roll Back Malaria – *Using climate to Predict Infectious Disease Outbreaks: A review*. 2004.
38. BRIAND S, OMS - *Conduite à tenir en présence de choléra*.
39. ROULET M, VINCENT J - *Cholera Outbreaks in Zambia – Report of Mission – 11-21 February 2004*. Mission OMS.
40. CHAMPETIER de RIBES G, RAKOTONJANABELO R et al. – *Bilan d'un an d'évolution de l'épidémie de choléra à Madagascar de Mars 1999 à Mars 2000*. Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé, 2000, **10(4)** :277-286.
41. [http://cartel.oieau.fr/a\\_propos/smets\\_01.pdf](http://cartel.oieau.fr/a_propos/smets_01.pdf)

---

## Liste des annexes

---

Annexe 1 : Carte de l'Afrique

Annexe 2 : Courbe épidémiologique du Mali : Nombre de cas de choléra par année au cours de la 7<sup>ème</sup> pandémie

Annexe 3 : Courbe épidémiologique de la Côte d'Ivoire : Nombre de cas de choléra par année au cours de la 7<sup>ème</sup> pandémie

Annexe 4 : Courbe épidémiologique de la République Démocratique du Congo : Nombre de cas de choléra par année au cours de la 7<sup>ème</sup> pandémie

Annexe 5 : Courbe épidémiologique du Mozambique : Nombre de cas de choléra par année au cours de la 7<sup>ème</sup> pandémie

Annexe 6 : Situation du choléra en Afrique : Cartographie du nombre de cas de choléra en 2000.

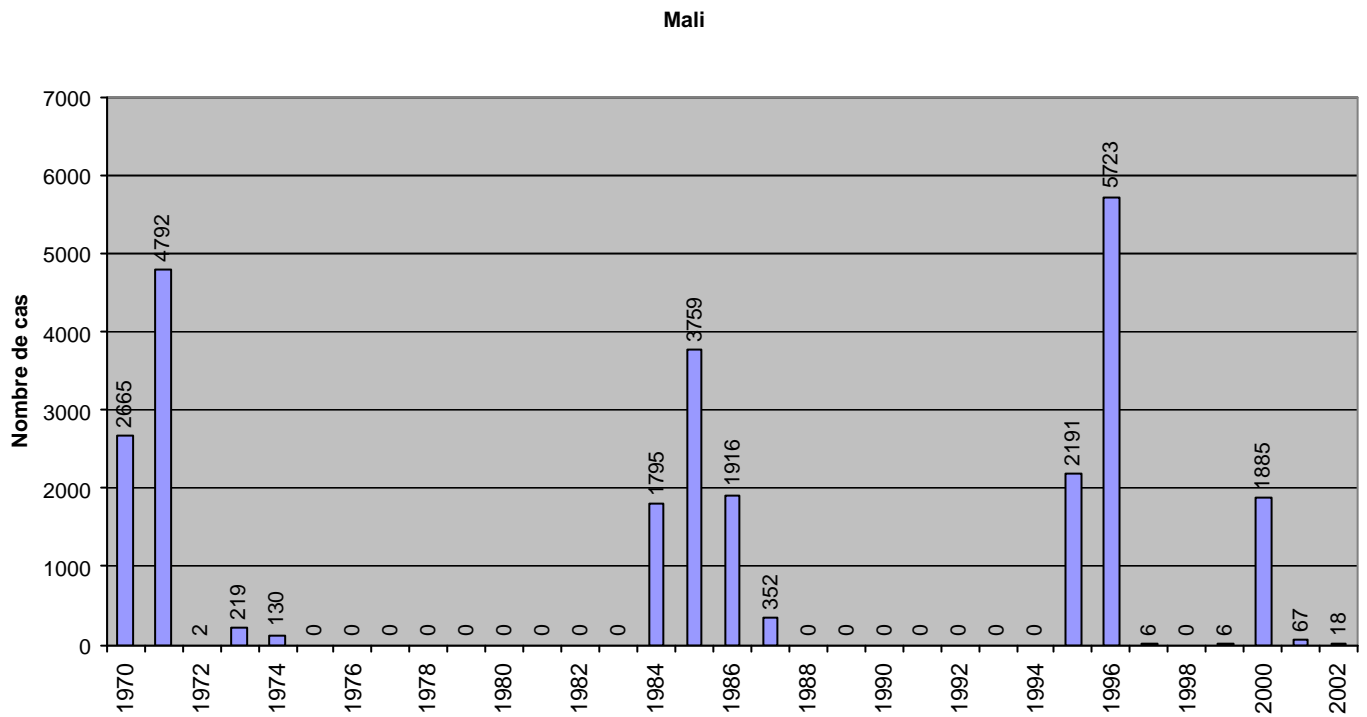
## Annexe 1 : Carte de l'Afrique





## Annexe 2 : Cas de choléra du Mali par année - 7<sup>ème</sup> pandémie

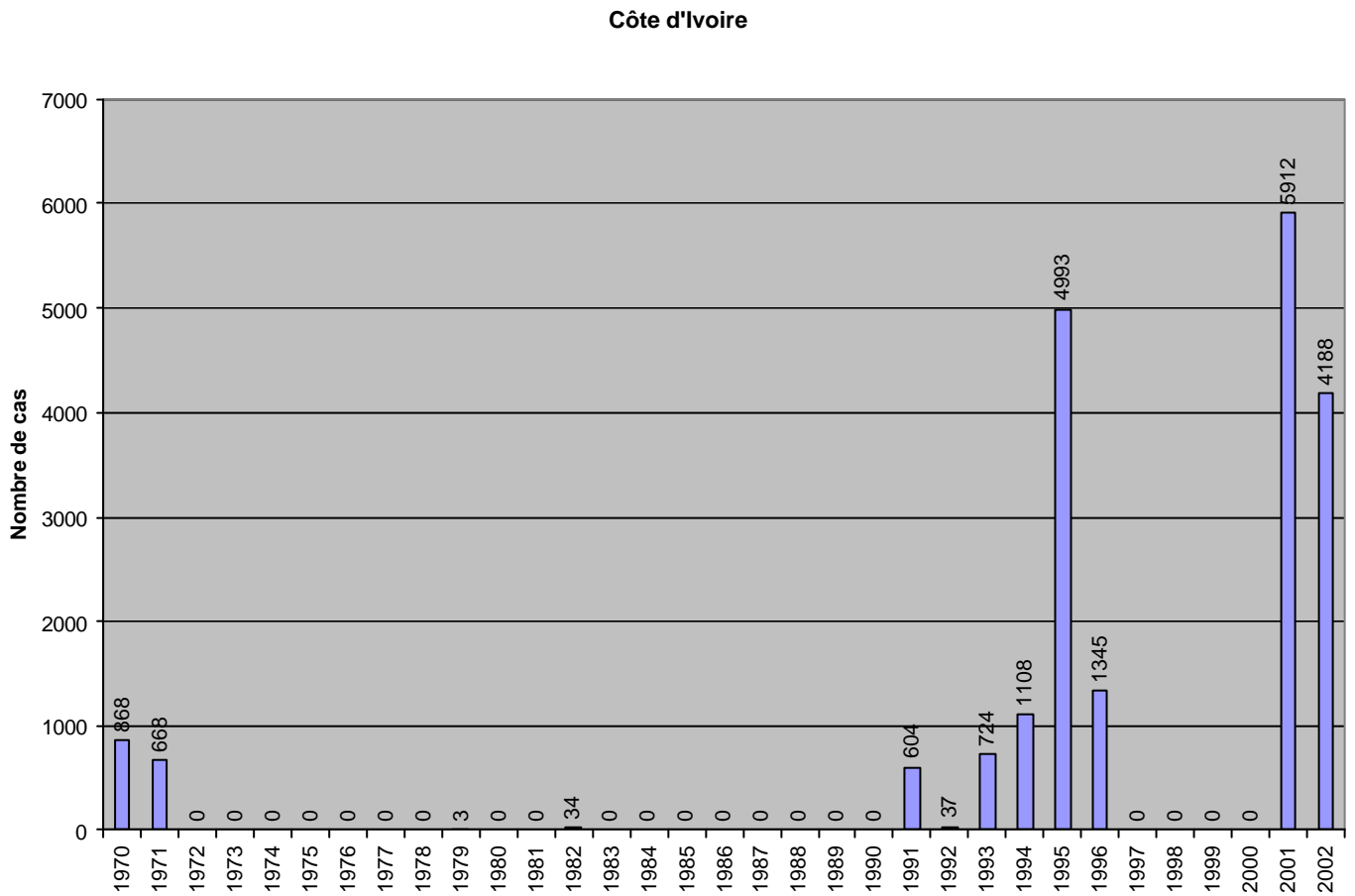
Source OMS [6]



« 0 » ne signifie pas l'absence de cas mais la non déclaration de cas à l'OMS

### Annexe 3 : Cas de choléra de la Côte d'Ivoire par année - 7<sup>ème</sup> pandémie

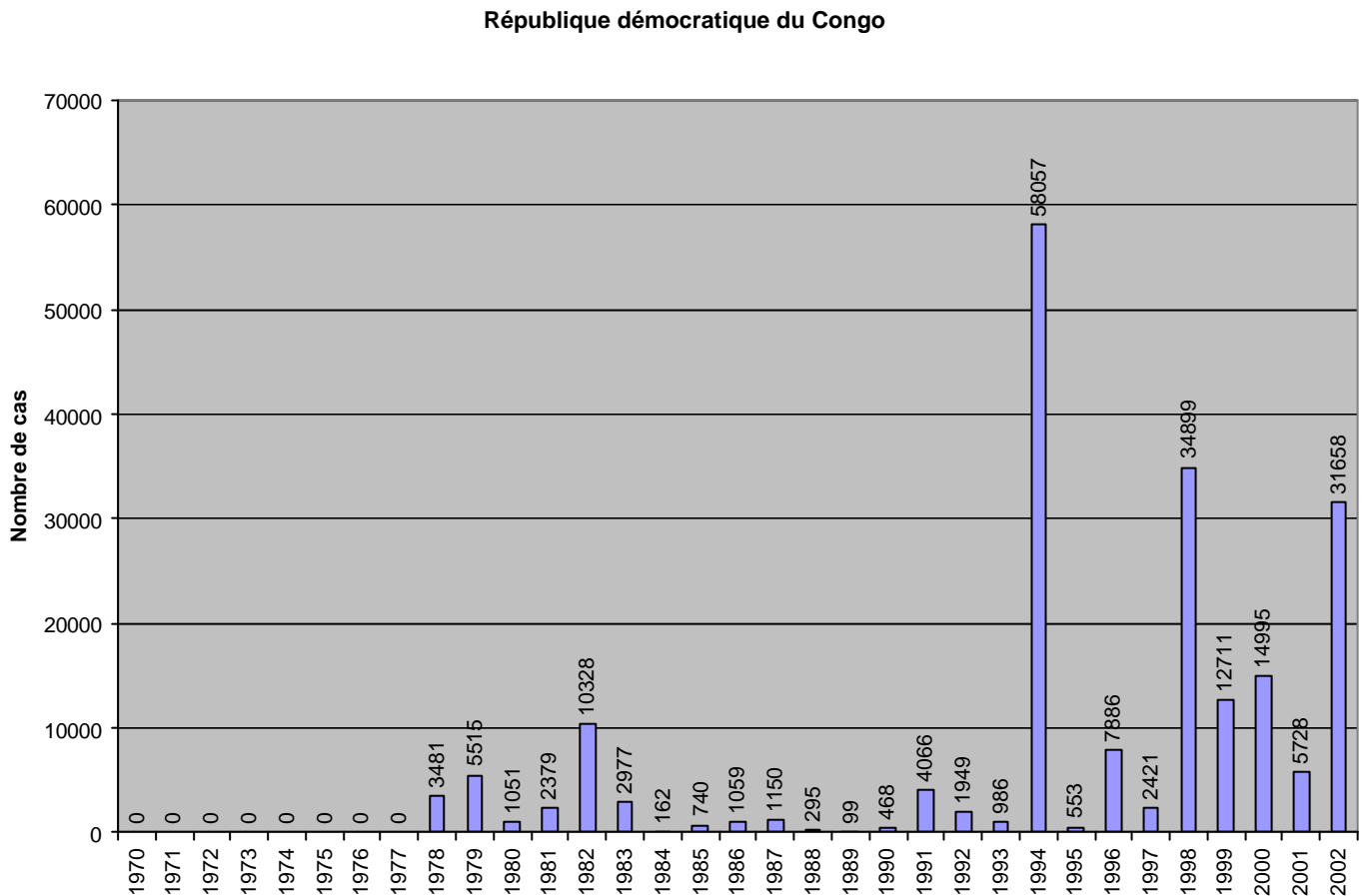
Source OMS [6]



« 0 » n'indique pas l'absence de cas mais la non déclaration de cas à l'OMS

## Annexe 4 : Cas de choléra de la RDC par année - 7<sup>ème</sup> pandémie

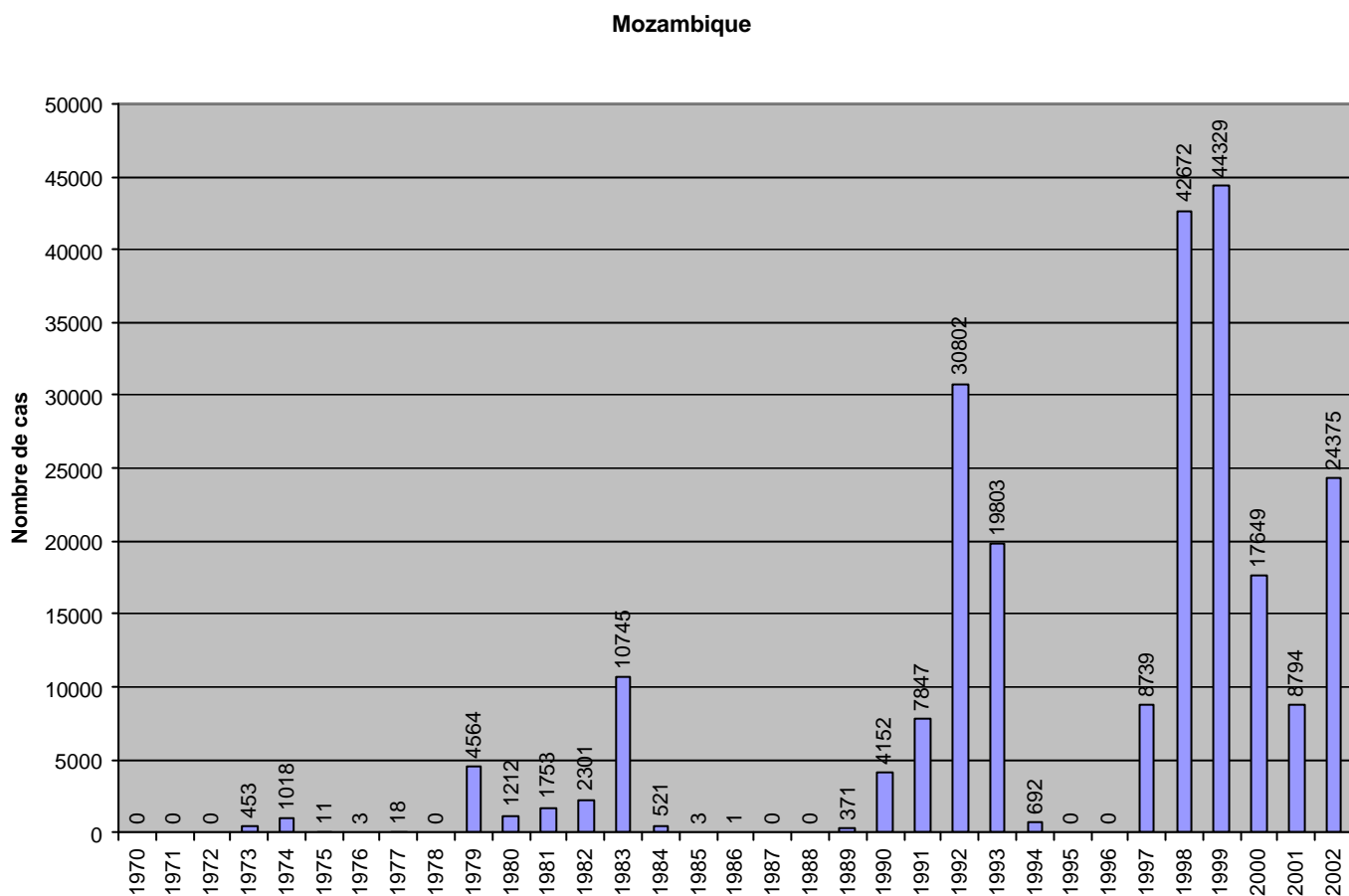
Source OMS [6]



« 0 » n'indique pas l'absence de cas mais la non déclaration de cas à l'OMS

## Annexe 5 : Cas de choléra du Mozambique par année - 7<sup>ème</sup> pandémie

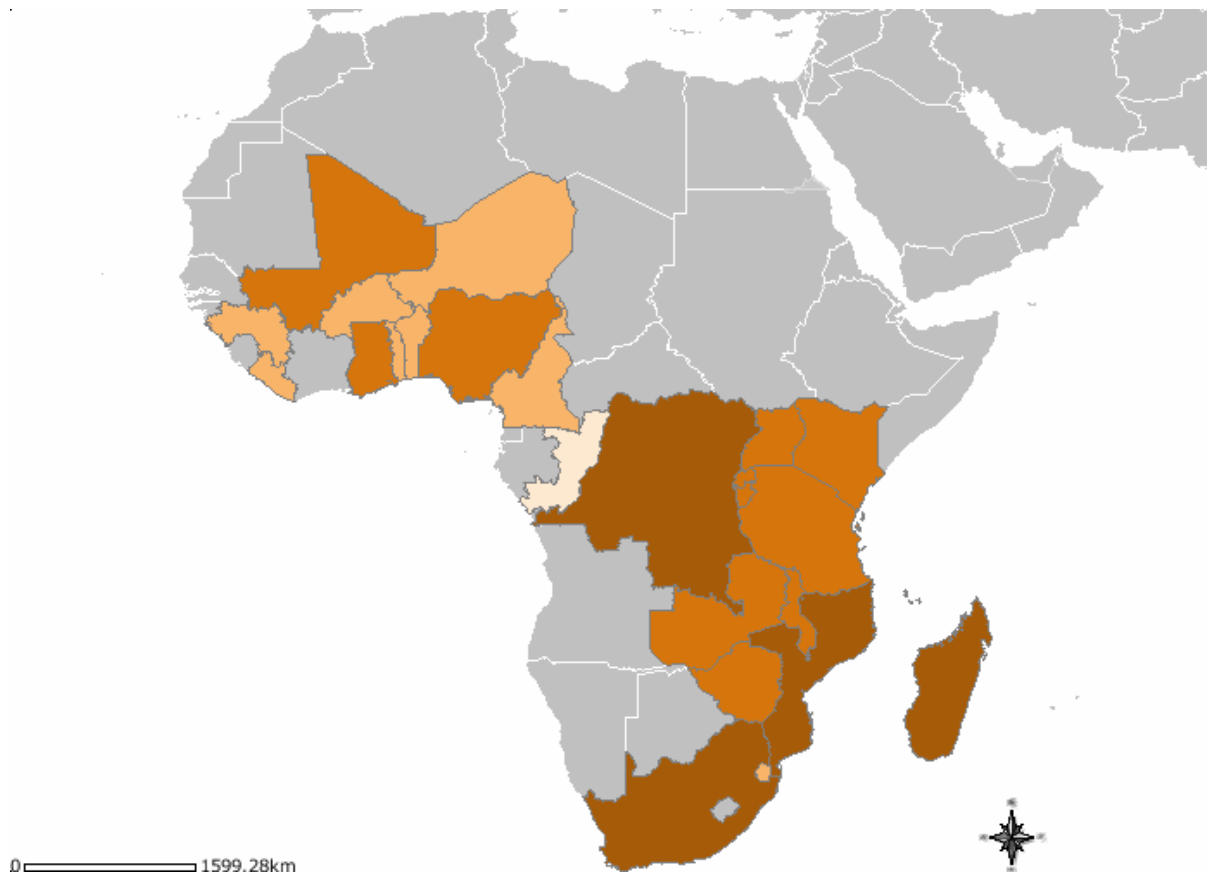
Source OMS [6]



« 0 » n'indique pas l'absence de cas mais la non déclaration de cas à l'OMS

## Annexe 6: Cartographie du nombre de cas de choléra en 2000 en Afrique

Source OMS [6]



Légende :

