

Rapport de mission sur l'épidémie de choléra en Haïti

Professeur Renaud Piarroux

English Translation follows French Text

1. Déroulement de la mission

La mission s'est déroulée du 7 au 27 novembre 2010. Elle avait pour objectifs d'analyser le fonctionnement de l'épidémie et de mettre sur pied un système d'information épidémiologique permettant de suivre l'épidémie au jour le jour afin d'adapter les activités de lutte. Durant le séjour, ont été organisées de nombreuses rencontres et discussions avec des responsables techniques et des décideurs politiques, en particulier avec le président de la République d'Haïti, le ministre de la santé et toute son équipe (directeur général de la santé, directeur de cabinet, membres de la commission nationale chargée de la lutte contre le choléra). Parallèlement, l'ensemble des intervenants impliqués dans les secteurs de la santé (cadres du ministère de la santé, responsables de structures de soins, médecins de l'OMS, de MSF et d'Epicentre) et de l'accès à l'eau potable (CAMEP, DINEPA, UNICEF) ont été rencontrés, souvent à plusieurs reprises. Des visites de terrain ont été effectuées à l'hôpital universitaire et dans le quartier Cité-Soleil à Port-au-Prince, dans les villes de Hinche, Mirebalais, Saint Marc, Gonaïve, Plaisance, Cap Haïtien, Saint Michel de l'Atalaye. Il s'agissait de mieux comprendre les circonstances de la contamination des populations et évaluer la prise en charge des patients. Les résultats des investigations exposés ci-dessous ont été communiqués, après avis de l'ambassadeur de France et du premier conseiller de l'ambassade, aux autorités haïtiennes (président de la République, ministre de la santé publique et de la population) ainsi qu'au représentant spécial du secrétaire général de l'ONU et aux principaux responsables de Nations Unies en Haïti. La fin de la mission a été plus spécifiquement consacrée à la mise en place d'un système d'information épidémiologique permettant de rapporter quotidiennement et de positionner sur une carte les cas et les décès survenus dans chaque commune du pays. Enfin, trois conférences ont été tenues pour les étudiants des universités, pour l'Institut Français et pour l'Association Médicale Haïtienne.

2. Circonstances de survenue de l'épidémie.

Le premier cas confirmé de choléra a présenté des symptômes du choléra à partir du jeudi 14 octobre (voir résultats bactériologiques en annexe). Il s'agit d'un homme de 20 ans habitant le village de Meille près de Mirebalais, dans le département du Centre. L'équipe médicale cubaine de l'hôpital de Mirebalais, que nous avons rencontrée à l'hôpital nous a confirmé la survenue d'un nombre anormal de cas de diarrhée aqueuse (cas suspects de choléra) lors de la 41^{ème} semaine épidémiologique (du 11 au 17 octobre) et plus particulièrement à partir du 16 octobre (voir tableau annexé au rapport d'investigation effectué par l'équipe du département sanitaire du Centre). Les médecins qui ont reçu les premiers cas confirment qu'il s'agissait de patients en provenance de Meille. Après quelques jours, l'épidémie s'est étendue à la localité de Mirebalais à quelques kilomètres de là. A Mirebalais, l'épidémie a d'abord touché les habitants vivant en bordure de l'Artibonite puis s'est étendue progressivement aux autres quartiers. Cette extension a été d'autant plus importante que la ville connaît actuellement des travaux importants de son réseau d'adduction d'eau et que nombre d'habitants sont amenés à se procurer de l'eau dans l'Artibonite. Les communes avoisinantes (non situées en aval de Mirebalais) n'ont été touchées que plusieurs jours, voire même semaines plus tard (cf recueil de cas fourni par les médecins cubains).

L'alerte a été donnée le 18 octobre par la coopération médicale cubaine, jour où une mission d'investigation effectuée par l'équipe du département sanitaire du Centre s'est rendue sur place (voir rapport complet en annexe). Les premiers cas reçus et les premiers décès survenus à l'hôpital de Mirebalais provenaient du même hameau de Meille. Tous avaient présenté un tableau de diarrhée aqueuse profuse et déshydratation sévère. Nous nous sommes procuré les résultats d'analyses bactériologiques effectués sur les premiers patients hospitalisés et envoyés au laboratoire national à Port-au-Prince. Sur six patients tombés malades entre le 14 et le 19 octobre 2010, cinq ont donné lieu à une analyse positive pour *Vibrio cholerae* O1 El Tor Ogawa. Le prélèvement positif le plus ancien correspondait à un patient atteint le 14 octobre. L'investigation menée par l'équipe du département sanitaire du Centre indique que les premiers patients se procuraient l'eau de boisson à partir d'un affluent du fleuve Artibonite qui coule juste en dessous d'une base de la MINUSTAH. Nous nous sommes rendus à cet endroit. Là les

habitants interrogés ont rapportés qu'il existait, au moment où l'épidémie s'est déclarée, des tuyaux provenant de la base qui déversait un liquide nauséabond. Ces tuyaux n'étaient plus présents lors de l'investigation, car, selon les habitants, ils ont été enlevés par les militaires peu après la déclaration de l'épidémie de choléra. La présence de tuyaux provenant d'une fosse septique du camp de la MINUSTAH et déversant un liquide noirâtre dans la rivière avait aussi été notée par l'équipe d'épidémiologie du département du Centre, ainsi que par des médecins dépêchés par la MINUSTAH, lors des premières investigations effectuées à partir du 19 octobre (cela m'a été expliqué lors d'une entrevue organisée par les responsables de l'ONU). Les médecins de la MINUSTAH m'ont indiqué que des prélèvements effectués le 21 novembre au niveau des latrines et de ces tuyaux se sont avérés négatifs pour la recherche de *Vibrio cholerae*, mais il est impossible de savoir si la fosse septique et/ou les tuyaux avaient été désinfectés avant la réalisation des prélèvements (l'épidémie avait commencé depuis une semaine et le rapport d'investigation de l'équipe du département du Centre montre que l'équipe épidémiologique était déjà en train d'enquêter autour de la base et de sensibiliser la population. Je n'ai malheureusement pas pu connaître la méthodologie des analyses environnementales effectuées, ni en étudier les résultats complets. Par ailleurs, selon les médecins de la MINUSTAH, bien que le bataillon en question soit très récemment arrivé de la ville de Katmandou (certains soldats sont arrivés le 8 octobre, d'autres le 12), en proie alors à une épidémie de choléra, aucun soldat du camp n'avait présenté le moindre épisode diarrhéique et aucun prélèvement environnemental n'avait donné de résultat positif. Il faut prendre ces témoignages avec précaution car, le 21 octobre, il est difficile d'imaginer que les officiers et les soignants du camp de la MINUSTAH n'aient pas eu connaissance de la suspicion de choléra (alors même qu'une mission d'enquête circule dans le village en dessous depuis plusieurs jours) surtout si une épidémie était en cours au sein du camp. Dans cette hypothèse, rien ne peut exclure que des mesures aient été prises pour éliminer les matières fécales suspectes et pour effacer les traces d'une épidémie de choléra parmi les soldats.

Cette première équipe d'investigation s'est aussi rendue à la prison de Mirebalais où des cas suspects de choléra venaient d'être notifiés. Les prisonniers malades n'ont pas été hospitalisés à Mirebalais mais à l'hôpital de Lascahobas où quatre d'entre eux sont décédés. S'agissant de prisonniers, ces patients n'avaient pas eu de contacts directs avec les populations extérieures

et le seul facteur de risque retrouvé était que l'eau de la prison était puisée à partir du même affluent de l'Artibonite que celui impliqués dans la contamination des villageois de Meille, mais un peu en aval.

Pour conclure sur ce point, nous souhaitons insister sur le fait que notre enquête de terrain, l'interrogatoire de l'équipe médicale à l'hôpital de Mirebalais, l'investigation menée quelques semaines plus tôt par l'équipe médicale du département du Centre et les résultats d'analyse obtenus auprès du laboratoire de Port-au-Prince confirment tous que l'épidémie de choléra de Mirebalais a débuté durant la 41^{ème} semaine 2010 (probablement le 14 octobre et certainement avant le 19 octobre) dans le village de Meille, situé au dessous d'un camp de la MINUSTAH. La provenance des premiers cas et la contamination des prisonniers de la prison de Mirebalais ne laissent aucun doute sur le rôle joué par l'affluent de l'Artibonite circulant au dessous du camp dans la contamination des premiers cas. Enfin, le rapport écrit et l'interrogatoire des habitants de Meille confirment que des tuyaux, aujourd'hui retirés, avaient été installés pour évacuer les eaux usées du camp vers la rivière. Lors de l'entretien que j'ai pu avoir avec les médecins qui avaient été dépêchés par la MINUSTAH, le 21 octobre, j'ai eu indirectement confirmation de la présence de ces tuyaux, puisque ces médecins ont indiqué qu'un prélèvement environnemental (qui s'est avéré négatif) avait été effectué au débouché de ces tuyaux. Lors de l'entretien avec le représentant du secrétaire général de l'ONU et avec l'état major de la MINUSTAH, nous avons recherché si une autre explication, même improbable, pouvait être avancée pour expliquer la survenue soudaine de cette épidémie de choléra. Aucune autre hypothèse n'a pu être trouvée pour expliquer le démarrage d'une épidémie de choléra dans ce village de Meille, un village épargné par le séisme du début de l'année et situé à des dizaines de kilomètres de la côte et des camps de sinistrés.

3. Evolution de l'épidémie

La survenue d'une épidémie de Meille/Mirebalais lors de la 41^{ème} semaine, même si elle avait assez rapidement acquis une certaine ampleur, ne suffit pas à expliquer l'évènement qui s'est déroulé le 19 octobre dans les six communes baignées par l'Artibonite et son delta, situé à une centaine de kilomètres de Mirebalais. C'est pourtant cet évènement, la contamination massive du

fleuve Artibonite sur tout son delta, qui a donné son caractère explosif à l'épidémie, fait unique dans l'histoire récente du choléra, et entraîné les ravages constatés dans les jours suivants.

Après avoir suivi le cours du fleuve Artibonite depuis la ville de Mirebalais jusqu'à son embouchure, nous nous sommes rendus à la direction sanitaire du département de l'Artibonite, située à Gonaïve, et interrogé la directrice départementale et les épidémiologistes du service. La direction départementale de l'Artibonite a enregistré sa première alerte le mardi 19 octobre. Ce jour là, trois élèves d'une école de Bocozele venaient de décéder alors qu'ils étaient en classe, dans un tableau de diarrhée aiguë sévère et de vomissements avec déshydratation. Le même jour le coordonnateur de l'UCS de Dessalines-Lestère a signalé des cas de diarrhée et de vomissement hospitalisé le jour même à l'hôpital Claire Heureuse de Dessalines ainsi que des décès de personnes dans la communauté, là encore dans un tableau de diarrhée et vomissements. Le 20 octobre, les alertes épidémiques touchent simultanément l'hôpital Saint Nicolas de Saint Marc, le centre de santé de Drouin de Grande Saline, le centre de santé de Desdunes, l'hôpital Pierre Payen de Saint Marc, l'hôpital Dumarsais Estimé de Verettes, le centre médical Charles Colimon de Petite Rivière de l'Artibonite, l'hôpital Albert Schweitzer dans la localité Deschapelles (commune de Verettes) et le centre de santé de Desarmes de Verette. Le même jour un cas suspect est hospitalisé à Gonaïves (centre de santé Eben-Ezer), ce patient provenait en fait de Villard, une localité de la commune de Dessalines. Ce jour là 514 patients ont été hospitalisés, tous habitant dans le bas Artibonite, à proximité du lit du fleuve ou de son delta, bien en aval de Mirebalais. Quarante-et- un d'entre eux sont décédés à l'hôpital, tandis que 31 décès supplémentaire sont enregistrés en milieu communautaire. Les deux jours suivants, près de 2000 cas supplémentaires sont hospitalisés et au moins 120 nouveaux décès sont enregistrés dans les six communes du bas Artibonite et dans les communes avoisinantes qui ont accueilli les personnes qui ont fui devant cette épidémie de morts soudaines. Le vendredi 22 octobre à midi, on en est à 4470 cas de choléra et 195 décès enregistrés sur 21 communes différentes occupant un territoire d'une cinquantaine de kilomètres de rayon autour du delta de l'Artibonite. L'extension des cas de choléra entre le 16 et le 22 octobre a pu être visualisée sur des cartes et est présentée en Annexe.

La simultanéité de la contamination d'un si grand nombre de personnes, ayant en commun de vivre ou de travailler dans le delta de l'Artibonite, ne peut être expliquée par une transmission interhumaine exclusive. En effet, même dans un espace urbain, le choléra met des semaines pour diffuser dans tous les quartiers à risque. Pour illustrer ce point nous tenons à disposition les courbes épidémiologiques de dizaines d'épidémies enregistrées ces dernières années aux Comores, en Guinée, en Guinée Bissau et en République Démocratique du Congo. De plus, la violence des symptômes présentés par les premiers patients vus le 19 octobre ne peut être expliquée que par une contamination massive, avec des inocula dépassant un million de *Vibrio cholerae* et probablement plus. Cette contamination massive et étendue sur tout le delta de l'Artibonite ne peut avoir été provoquée que par le déversement en une seule fois dans le fleuve d'une quantité phénoménale de matières fécales issues d'un grand nombre de malades.

Dans les jours qui suivent, les équipes sanitaires constatent la fuite d'une partie des habitants du bas Artibonite amenant avec eux la maladie dans d'autres communes, en particulier à Saint Michel de l'Attalaye et à Gonaïve. Des décès sont alors enregistrés dans ces communes tandis qu'une transmission interhumaine s'installe, à l'origine de nouvelles épidémies qui ont diffusé vers les départements limitrophes de l'Artibonite (Ouest, Centre et les trois départements du Nord). Cette vague épidémique, provoquée par la peur du choléra elle-même due à la violence du début de l'épidémie, va générer trois faciès épidémiologiques du choléra selon les caractéristiques géographiques et sociologiques des zones concernées.

Les communes rurales des zones montagneuses situées essentiellement au nord du delta de l'Artibonite ont été frappées très rapidement. Nombre d'habitants de ces communes travaillaient en effet dans les rizières et sur les chantiers routiers de l'Artibonite et ont pris la fuite lorsqu'ils ont été confrontés à la flambée épidémique meurtrière des 19, 20 et 21 octobre. Malheureusement, ces communes sont particulièrement mal desservies en structures sanitaires et en accès à l'eau potable. Il en a résulté la survenue successive de petites épidémies, touchant un village après l'autre, peu spectaculaires quant aux effectifs de malades dénombrés, mais extrêmement meurtrières. Nous nous sommes ainsi rendus dans la commune de Saint Michel de l'Attalaye, que nous avons repérée comme particulièrement touchée grâce au système d'information sanitaire mis en place durant la mission. Là, nous avons constaté le manque de

moyens et l'organisation insuffisante des soins prodigués aux patients suspects de choléra. Le médecin que nous avons interrogé a reconnu qu'il n'était pas en mesure de médicaliser l'unité de traitement de choléra pendant la nuit et que des patients décédaient la nuit faute de renouvellement de leur perfusion (un patient atteint de choléra nécessite en moyenne 8 litres de solutés de perfusion dans les 24 premières heures de sa réhydratation). Le camp n'était pas doté de robinets d'eau chlorée à l'entrée et à la sortie et, du fait du manque de personnel, c'était aux accompagnants des patients d'assurer l'essentiel des gestes de nursing. De plus, faute de moyens de transport, les patients devaient le plus souvent arriver à pied des villages touchés et beaucoup étaient morts en chemin. Au total, moins d'un mois après le début de l'épidémie dans la commune, plus d'un habitant sur 1000 était décédé du choléra, le plus souvent avant d'avoir atteint l'hôpital de Saint Michel (70 % de décès communautaires). Cette situation est représentative de toutes les communes rurales situées entre la côte nord du pays et la plaine de l'Artibonite et semble s'étendre aux communes rurales du département du Centre et du nord du département de l'Ouest. Elle va s'étendre, mais plus progressivement, aux départements du sud du pays.

Certains quartiers des grandes villes côtières du Nord et du Nord Ouest, ainsi que le quartier Cité Soleil situé en périphérie de Port-au-Prince ont connu, et pour certaines villes connaissent encore, des flambées épidémiques majeures. Il s'agit de quartiers particulièrement défavorisés socialement, avec une densité de population très importante. Ces quartiers sont, de plus, situés sur des plaines inondables, parfois construits sur d'anciennes décharges, et présentent des ressources en eau de boisson particulièrement vulnérables. L'approvisionnement est parfois réalisé par des puits, mais le plus souvent, il s'agit de réservoirs situés dans les maisons, remplis par des camions-citernes. Jusqu'à l'arrivée de l'épidémie, l'eau n'était pas chlorée mais uniquement traitée par osmose inverse, une technique produisant de l'eau stérile, mais n'empêchant pas sa contamination ultérieure. Les investigations de terrain à Cité Soleil et au Cap Haïtien nous ont permis de révéler la grande vulnérabilité de ces réservoirs privés à la contamination par des seaux souillés. A cette contamination liée à l'ingestion d'eau, s'ajoute celle due à la mauvaise gestion des excréta, en particulier dans le quartier Fougerolles à Cap Haïtien. L'accès aux soins est en revanche bien plus simple que dans les zones rurales et

ce sont ces quartiers particulièrement vulnérables au choléra qui fournissent actuellement les plus gros effectifs de malades vus dans les centres de traitement du choléra.

Les autres zones urbaines, en particulier la grande majorité des quartiers de Port-au-Prince, n'ont pas connu et ne devraient pas connaître de flambée majeure. Il y a déjà d'assez nombreux cas recensés mais la situation est correctement contrôlée et les structures de soins arrivent à faire face. Il faut noter que la plupart des camps de sinistrés établis à la suite du séisme de janvier 2010 se trouvent dans cette situation. Le choléra y a fait son apparition, mais sans provoquer les dégâts anticipés par de très nombreux acteurs de l'humanitaire. En fait, les habitants de ces camps disposent d'un accès à l'eau et d'un équipement sanitaire souvent meilleur que dans les bidonvilles avoisinants et sont l'objet d'une surveillance épidémiologique particulière mise en place depuis le séisme avec l'appui du Center of Diseases Control d'Atlanta, USA. La probabilité d'une flambée majeure dans ces camps ainsi que dans les quartiers de Port-au-Prince situés hors zones inondables est faible et le restera sauf si des troubles sociaux majeurs venaient entraver la prise en charge actuelle du choléra à Port-au-Prince. Il n'y aura donc pas de cataclysme supplémentaire si la réponse continue à monter en puissance comme nous l'avons constaté depuis quelques jours et si la surveillance épidémiologique est utilisée pour sélectionner les zones d'actions prioritaires.

Conclusion et recommandations

En conclusion, la mission d'investigation menée depuis trois semaines a révélé le caractère sévère et inhabituel de cette épidémie, dont l'origine importée ne fait aucun doute. Elle a démarré aux abords du camp de la MINUSTAH et a été propagée de manière explosive du fait de la contamination massive de l'eau de l'Artibonite et d'un de ses affluents par des matières fécales de patients atteints de choléra. Après la première vague meurtrière sur l'Artibonite et dans les communes rurales avoisinantes, la situation semble se stabiliser et la mortalité a tendance à décroître. Pour la conduite à tenir dans les semaines et les mois qui viennent nous avons plusieurs recommandations :

- continuer à appuyer les autorités haïtiennes dans la gestion de l'épidémie, en particulier en renforçant techniquement leur service d'épidémiologie,
- optimiser la lutte en accélérant la boucle de décision entre la collecte des informations sur le terrain et la mise en œuvre de mesure de lutte de plus en plus ciblée,
- susciter une enquête judiciaire sur les origines et le développement de l'épidémie car même si l'enquête épidémiologique ne laisse pas de doute sur ce qu'il s'est passé, elle n'est pas formatée pour établir les responsabilités des uns et des autres,
- revoir au plus vite les procédures de contrôle qui auraient pu éviter cette catastrophe biologique, en particulier celles relatives à la surveillance médicale des troupes intervenant dans des missions de l'ONU et celles relatives aux installations sanitaires (latrines, évacuation des excréta) des camps hébergeant ces troupes.

Mission report on the cholera epidemic in Haiti

Professor Renaud Piarroux

1. Conduct of the mission

The mission took place from November 7 to 27, 2010. Its objectives were to analyze the functioning of the epidemic and to establish an epidemiological information system to track the epidemic on a daily basis to tailor control activities. During the stay, were organized many meetings and discussions with technical leaders and policy makers, especially with the President of the Republic of Haiti, the Health Minister and his team (Director General of Health, Director Cabinet, members of the national commission to fight against cholera). Meanwhile, all parties involved in the health sectors (managers of the Ministry of Health, responsible for health care facilities, doctors from WHO, MSF and Epicentre) and access to water drinking (CAMEP, DINEPA, UNICEF) have been met, often repeatedly. Field visits were conducted at the University Hospital and in the Cite Soleil neighborhood in Port-au-Prince, in the cities of

Hinche, Mirebalais, St. Marc, Gonaives, Plaisance, Cap Haitien, Saint Michel de l'Atalaye . This was to better understand the circumstances of the contamination of populations and evaluate the care of patients. The results of the investigations described below were provided, upon advice of the ambassador of France and first counselor of the Embassy, the Haitian authorities (President, Minister of Public Health and Population) as well as 'Special Representative of the Secretary General of the UN and top leadership of the United Nations in Haiti. The end of the mission was more specifically devoted to the establishment of an information system Epidemiological for reporting daily and position on card cases and deaths in each municipality of the country. Finally, three conferences were held for university students, for the French Institute and the Haitian Medical Association.

2. Circumstances of occurrence of the epidemic.

The first confirmed case of cholera developed symptoms of cholera as of Thursday, October 14 (see bacteriological results attached). This is a 20 year old man living in the village of Meille near Mirebalais in the Central Department. The Cuban medical team at the hospital in Mirebalais, we met at the hospital has confirmed the occurrence of an abnormal number of cases of watery diarrhea (suspected cholera cases) during the 41st week epidemiological (11 to 17 October) and especially from 16 October (see table attached to the report of investigation conducted by the team of health department of the Centre). The doctors who received the first cases confirmed that they were patients from Meille. After a few days, the epidemic has spread to the town of Mirebalais a few miles away. In Mirebalais, the epidemic first struck the inhabitants living along the Artibonite and then gradually spread to other neighborhoods. This extension was particularly important that the city is undergoing major work to its network of water supply and many people are having to get water in the Artibonite. Neighboring communities (not downstream of Mirebalais) have been affected as several days or even weeks later (see casebook provided by Cuban doctors).

The alarm was raised on 18 October by the Cuban medical cooperation, one day investigative mission conducted by the team of health department visited the Centre on site (see full report attached). The first cases received and the first deaths at the hospital Mirebalais from the same

hamlet Meille. All had presented an array of profuse watery diarrhea and severe dehydration. We obtained the results of bacteriological analyzes performed on the first inpatient and sent to the national laboratory in Port-au-Prince. Of six patients became ill between 14 and 19 October 2010, five resulted in a positive analysis for *Vibrio cholerae* O1 El Tor Ogawa. The positive sample corresponded to the oldest one patient Oct. 14. The investigation carried out by the team of health department of the Centre indicates that the first patients procured drinking water from a tributary of the Artibonite River flowing just below a base of MINUSTAH. We went to this place. Here the people interviewed reported that, at the time the outbreak started, pipes from the base that poured liquid nauseous. These pipes were no longer present during the investigation because, according to residents, they were abducted by the military shortly after the declaration of the cholera epidemic. The presence of pipe from a septic tank camp MINUSTAH and black liquid flowing in the river had also been noted by the team of Epidemiology, Department of the Centre, as well as by doctors sent by MINUSTAH, during the first investigations carried out from October 19 (this was explained to me in an interview arranged by the UN). MINUSTAH physicians told me that the samples taken on November 21 at the latrines and the pipes were negative for *Vibrio cholerae*, but it is impossible to know if the septic tank and / or pipes were disinfected prior to the completion of sampling (the epidemic began last week and the report of investigation team of the Central Department shows that the epidemiological team was already being investigated around the base and awareness. I unfortunately could not know the methodology of environmental analyzes performed, or to study the full results. Moreover, according to doctors at MINUSTAH, although the battalion in question has very recently arrived in the city of Kathmandu (some soldiers arrived on October 8, the other 12), while experiencing an epidemic of cholera, no soldier of the camp had submitted any episode of diarrhea and no environmental levy had yielded positive results. Must be taken with caution as these testimonies, October 21, it is difficult to imagine that the officers and caregivers camp MINUSTAH did not have knowledge of suspected cholera (even though a mission survey circulated in the village for several days below) especially if an epidemic was under way in the camp. In this case, nothing can be ruled out that steps have been taken to remove feces and suspicious to erase the traces of an epidemic of cholera among the soldiers.

This first investigation team also went to prison Mirebalais with suspected cases of cholera had been reported. Sick prisoners were not hospitalized but Mirebalais Lascahobas hospital where four of them died. Regarding prisoners, these patients had not been direct contact with people outside and the only risk factor found was that the water of the prison was drawn from the same tributary of the Artibonite than that involved in the contamination of the villagers of Meille, but a short distance downstream.

To conclude on this point, we wish to emphasize that our field investigation, interrogation of the medical team at the hospital in Mirebalais, the investigation a few weeks earlier by the medical team of the Central Department and the analytical results obtained from the laboratory of Port-au-Prince all confirm that the cholera epidemic of Mirebalais began during the 41st week in 2010 (probably October 14 and certainly before October 19) in the village of Meille located below a camp of MINUSTAH. The source of contamination and first cases of prisoners from the prison of Mirebalais leave no doubt on the role of the Artibonite tributary flowing below the camp in the first case of contamination. Finally, the report writing and interviewing residents Meille confirm that pipes, now retired, had been installed to discharge wastewater from the camp to the river. During the conversation I had with the doctors who had been sent by MINUSTAH, October 21, I was indirectly confirmed the presence of these pipes, as these physicians indicated that environmental levy (which proved negative) was performed at the outlet of these pipes. During the interview with the representative of UN Secretary General and the Staff of MINUSTAH, we investigated whether an alternative explanation, however improbable, could be advanced to explain the sudden onset of the cholera epidemic. No other hypothesis could not be found to explain the start of an epidemic of cholera in the village of Meille, a village untouched by the earthquake earlier this year and located dozens of kilometers from the coast and camp of disaster.

3. Evolution of the epidemic

The occurrence of an epidemic Meille / Mirebalais during the 41st week, even if it had fairly quickly acquired some extent, not sufficient to explain the event which took place October 19 in

the six communes bathed by the Artibonite and its delta, located a hundred kilometers from Mirebalais.

Yet this event, the massive contamination of the Artibonite River Delta all over her, who gave his explosiveness to the epidemic, unique in recent history of cholera, and resulted in the devastation seen in the following days.

After following the course of the Artibonite River from the city of Mirebalais to its mouth, we went in the direction of health department of Artibonite, Gonaives located and interviewed the director and the departmental epidemiologists service. The departmental Artibonite recorded its first alert Tuesday, October 19. That day, three students from a school of Bocozele came to die while they were in class, in an array of severe acute diarrhea and vomiting with dehydration. The same day the coordinator of the UCS-Dessalines Lestère reported cases of diarrhea and vomiting in hospital the same day at the hospital Claire Happy Dessalines and deaths of people in the community, again in a table diarrhea and vomiting. October 20, epidemic alerts simultaneously touch the Hospital of St. Nicolas de Saint Marc, the health center of Drouin de Grande Saline, the health center Desdunes hospital Pierre Payen de Saint Marc, Estimating hospital Dumarsais Verettes, the medical center Charles Colimon Petite Riviere de l'Artibonite, the Albert Schweitzer Hospital in Deschapelles locality (common Verettes) and the health center of Desarmes Verette. The same day a suspected case was hospitalized in Gonaives (health center Eben-Ezer), the patient actually came from Villard, a town in the municipality of Dessalines. That day 514 patients were hospitalized, all living in the lower Artibonite, near the river bed or delta, well downstream of Mirebalais. Forty-one of them died in hospital, while 31 additional deaths are recorded in the community. The next two days, nearly 2,000 additional cases were hospitalized and at least 120 new deaths were recorded in the six communes in the lower Artibonite and neighboring towns that welcomed people who have fled before the outbreak of sudden deaths. Friday, October 22 at noon, it is currently at 4,470 cholera cases and 195 deaths in 21 different municipalities occupying an area of fifty kilometers radius around the delta of the Artibonite. The extension of cholera cases between October 22 and 16 could be visualized on maps and is presented in Appendix.

The simultaneity of the contamination of so many people have in common to live or work in the delta of the Artibonite, can not be explained by an exclusive-human transmission. Even in an urban space, cholera is to disseminate the week in all neighborhoods at risk. To illustrate this point we wish to provide epidemiological curves of tens of epidemics recorded in recent years in the Comoros, Guinea, Guinea Bissau and the Democratic Republic of Congo. Moreover, the violence of the symptoms experienced by patients first seen on October 19 can not be explained by massive contamination with inocula exceeding one million *Vibrio cholerae* and probably more. This massive contamination, extended throughout the delta of the Artibonite, could only have been caused by the spill at once into the river a phenomenal amount of faeces from a large number of patients.

In the following days, the health teams find the leak of part of the inhabitants of the lower Artibonite bringing with them the disease in other municipalities, especially in Saint Michel de l'Attalaye and Gonaives. Deaths are stored in these municipalities while a person transmission is installed, the source of new epidemics that have spread to the neighboring departments of Artibonite (Western, Central and the three departments of the North). This wave epidemic, caused by fear of cholera itself due to violence beginning of the epidemic, will generate three epidemiological features of cholera accordance with the geographical and sociological areas.

The rural communes of mountainous areas mainly north of the delta of the Artibonite were hit very quickly. Population of these municipalities were working in rice fields and impact on roadworks in the Artibonite and fled when confronted with the deadly outbreak of 19, 20 and 21 October. Unfortunately, these areas are particularly underserved in health facilities and access to drinking water. This resulted in the successive occurrence of small epidemics, affecting one village after another unspectacular as to the numbers of patients counted but extremely lethal. We thus made in the commune of Saint Michel de l'Attalaye, we had identified as particularly affected by the health information system in place during the mission. Here we found a lack of resources and insufficient organization of care for patients with suspected cholera. The doctor we interviewed acknowledged that he was not able to medicalize the processing unit of cholera during the night and that night the patients died for lack of renewal of their infusion (a cholera patient requires average of 8 liters of infusion fluids in the first 24 hours of rehydration). The

camp was not provided with taps of chlorinated water at the inlet and outlet and, due to lack of staff, was accompanying the patient to provide basic nursing actions. Moreover, lack of transportation, patients were most often come to the foot of the affected villages and many died along the way. In total, less than a month after the beginning of the epidemic in the municipality, more than one in 1000 had died of cholera, often before reaching the hospital in Saint Michel (70% of deaths community). This situation is representative of every rural community located between the north coast and the plain of the Artibonite and appears to extend to rural communes of the department of Central and North West department. It will spread, but more gradually, the departments of the south.

Some neighborhoods of large coastal cities of North and Northwest, and the Cite Soleil neighborhood on the outskirts of Port-au-Prince have known, and some towns are still, major outbreaks. This is particularly socially disadvantaged neighborhoods, with a very high population density. These neighborhoods are, again, located on flood plains, sometimes built on former landfill, and have drinking water resources particularly vulnerable. Supply is sometimes done by wells, but most often it comes from reservoirs in the houses, filled by tanker trucks. Until the arrival of the epidemic, the water was not chlorinated but only reverse osmosis, a technique producing sterile water, but does not prevent subsequent contamination. Field investigations in Cite Soleil and Cap Haitien we have revealed the vulnerability of these private reservoirs to contamination by dirty buckets. At this contamination caused by the ingestion of water is added that due to poor management of excreta, particularly in the area Foucherolles in Cap Haitien. Access to care, however, is much easier than in rural areas and these areas particularly vulnerable to cholera, which currently provide the largest number of patients seen in cholera treatment centers.

Other urban areas, especially the vast majority of neighborhoods in Port-au-Prince, did not know and should not deal with major outbreaks. There are already quite a few cases reported but the situation is properly controlled and care facilities are able to cope. Note that most of the emergency camps established after the January 2010 earthquake are in this situation. Cholera has made its appearance, but without causing damage anticipated by many humanitarian actors. In fact, the inhabitants of these camps have access to water and sanitary facilities often better than

in the surrounding slums and are subject to special epidemiological surveillance in place since the quake with the support of the Center of Disease Control in Atlanta, USA. The probability of a major outbreak in the camps and in the neighborhoods of Port-au-Prince outside flood zones is low and will remain so unless major social unrest came impede the current treatment of cholera in Port-au- Prince. There will be no additional disaster if the response continues to ramp up as we have seen in recent days and if the epidemiological surveillance is used to select areas for priority action.

Conclusion and Recommendations

In conclusion, the fact-finding mission conducted last three weeks has revealed the severe and unusual to this epidemic, the origin of imported no doubt. It started around the camp of MINUSTAH and was propagated explosively due to the massive contamination of the water in the Artibonite and one of its tributaries with feces of cholera patients. After the first wave of deadly Artibonite and neighboring rural communes, the situation appears to be stabilizing and mortality tends to decrease. For conduct in the weeks and months ahead we have several recommendations:

- Continue to support the Haitian authorities in managing the epidemic, particularly by strengthening their technical department of epidemiology,
- Optimize the control loop by accelerating the decision between the collection of field information and the implementation of control measures are increasingly targeted,
- Create a judicial inquiry into the origins and development of the epidemic because even if the epidemiological investigation leaves no doubt about what happened, it is not formatted to establish the responsibilities of each other,
- Implement faster control procedures that might have prevented this disaster biological, especially those relating to medical surveillance of troops involved in UN missions and those relating to sanitary facilities (latrines, excreta) camps hosting these troops.