

Estimation de la vulnérabilité de la ville de Dire-Dawa(Ethiopie) face aux crues de l'oued Dechatu

Bouh OMAR ALI^{1,2}, Freddy VINET², Jean-Philippe CHEREL², Hervé LE MARTRET²

¹ Université de Djibouti

² UMR GRED, Université Paul Valéry, Montpellier 3

Email : bouh1986@gmail.com , freddy.vinet@univ-montp3.fr, Jean-Philippe.Cherel@univ-montp3.fr , herve.lemartret@ird.fr

Introduction :

Deuxième plus grande ville de l'Ethiopie avec 369 674 habitants, la ville de Dire-Dawa a connu des grandes inondations qui ont causées d'importantes pertes humaines et économiques. C'est le cas des inondations d'août 2006 qui ont provoqué 256 décès et ont affecté plus de 10 000 personnes (FMAAM, 2006)¹. Nous proposons dans cet article une cartographie des zones inondables dans la ville de Dire-Dawa. Cette cartographie des zones inondables a été réalisée par la combinaison de plusieurs démarches. Le second volet de cette étude a pour objectif d'évaluer la vulnérabilité des ménages installés à proximité de l'oued de Dechatu. Pour cela, un diagnostic de vulnérabilité a été entrepris dans les zones proches de l'oued. Cette étude de la vulnérabilité a nécessité la constitution d'une typologie des bâtis et des critères d'évaluation.

1- La délimitation des zones inondables de la ville de Dire-Dawa

1.1 La cartographie des bas-fonds dans la ville de Dire-Dawa

Pour déterminer les zones potentiellement inondables dans la ville de Dire-Dawa, le premier travail effectué consistait à cartographier les zones basses dans le secteur du bassin versant du Dechatu. Cette cartographie des bas-fonds a été réalisée sur l'ensemble du bassin versant. L'objectif de ce travail est d'identifier et de délimiter les zones inondables de la ville de Dire-Dawa. Les bas-fonds sont considérés comme « *des vallons inondables qui recueillent les eaux de ruissellement en provenance du bassin versant et constituent des axes de drainage élémentaire* » (Kindjinou, 2013). En l'absence des données hydrauliques fines et l'inexistence des cartes des zones inondables, la cartographie des bas-fonds constitue l'une des démarches entreprises pour connaître l'étendu des zones inondables à Dire-Dawa. Elle a nécessité le traitement du MNE STRM disponible pour ce secteur d'étude. Les MNE SRTM utilisés pour la spatialisation de ces bas-fonds ont été récupérés sur le site de l'USGS. Pour le secteur de la ville de Dire-Dawa et plus précisément dans la partie aval du bassin versant du Dechatu, nous avons pu récupérer un MNE SRTM de précision de 30 m. Alors que pour la partie amont du bassin versant, nous avons pu obtenir qu'un MNE SRTM de 90m. Ces deux MNE SRTM ont été utilisés pour cartographier les bas-fonds du bassin versant mais aussi pour connaître les limites du bassin versant de Dechatu. Pour cela, le MNE SRTM de 90m a été rééchantillonné afin d'avoir un MNE SRTM d'une précision de 30m. Cela a permis l'obtention d'une mosaïque de deux MNE SRTM qui a été conçue sous le logiciel ArcGis pour avoir un MNE SRTM couvrant l'ensemble du bassin versant avec une précision de 30m.

La cartographie des bas-fonds a été réalisée à partir de ce MNE SRTM de 30m à l'aide du module « *Analyse spatiale* » du logiciel ArcGis. La première étape de ce travail fut la correction du MNE SRTM utilisé. Ensuite à partir du MNE SRTM corrigé, nous n'avons pu extraire la direction des flux ainsi que les principales zones d'écoulement. L'utilisation de ce MNE SRTM nous a permis également de récupérer le réseau hydrographique du bassin versant du Dechatu. « *Le réseau hydrographique est sans doute une des caractéristiques les plus importantes du bas-fond. L'extraction du réseau hydrographique suppose que seule l'information topographique permet de déterminer les cours d'eau, même si d'autres facteurs (climat, végétation, géologie, etc.) interviennent en réalité dans l'apparition d'un écoulement concentré* » (Kindjinou, 2013). L'extraction de la direction des flux et l'altitude des écoulements théoriques ont été également utilisés pour déterminer les micros bassins versants de

¹Federal Multi-Agency Assessment Mission

la zone d'étude. L'identification des zones de bas-fond a été obtenue à partir de la différence entre le MNE corrigé et les micros bassins versants. Une reclassification a été faite sur les différences d'altitude obtenues afin de déterminer les zones de bas-fonds. Nous avons choisi d'un seuil d'un mètre pour identifier les bas-fonds. Les zones ayant une altitude inférieure ou égale au seuil retenu sont considérées comme des secteurs de bas-fond. Cette approche cartographique adoptée a permis la spatialisation des zones de bas-fonds dans l'ensemble du bassin versant de Dechatu et à l'échelle de la ville de Dire-Dawa.

Afin d'avoir une délimitation précise des zones inondables dans la ville de Dire-Dawa, la cartographie des zones de bas-fonds a été complétée par une analyse hydrogéomorphologique réalisée lors des missions de terrain effectuées dans cette zone d'étude.

1.2 Analyse hydrogéomorphologique :

Cette analyse hydrogéomorphologique avait pour objectif d'affiner, de compléter et de confirmer dans une certaine mesure le résultat de la cartographie des bas-fonds. Elle s'agit « d'une méthode de cartographie des zones inondables par reconstitution du fonctionnement de l'hydrosystème et repose sur l'étude des lits fluviaux qui constituent la plaine alluviale » (Montane, 2014). Cette approche dite naturaliste a permis d'identifier les zones de rupture de pente et d'analyser les variations de la topographie dans les zones proches de l'oued de Dechatu. Les observations du terrain ont permis de repérer les faiblesses des ouvrages de protection construits sur le long de l'oued après les inondations meurtrières d'août 2006. On a pu ainsi identifier des zones de défluviation dans l'oued de Dechatu.

A partir ces observations de terrain, les zones inondables ont été classées en trois types de zones (Figure 1). La première catégorie correspond le lit majeur de l'oued. La seconde catégorie est une zone inondable en connexion avec les zones inondables des affluents. Elle regroupe l'ensemble des secteurs de la ville qui peuvent être inondé en cas de crue concomitante de l'oued et des affluents. La troisième catégorie s'agit un lit majeur supposé caractériser par une très grande incertitude.

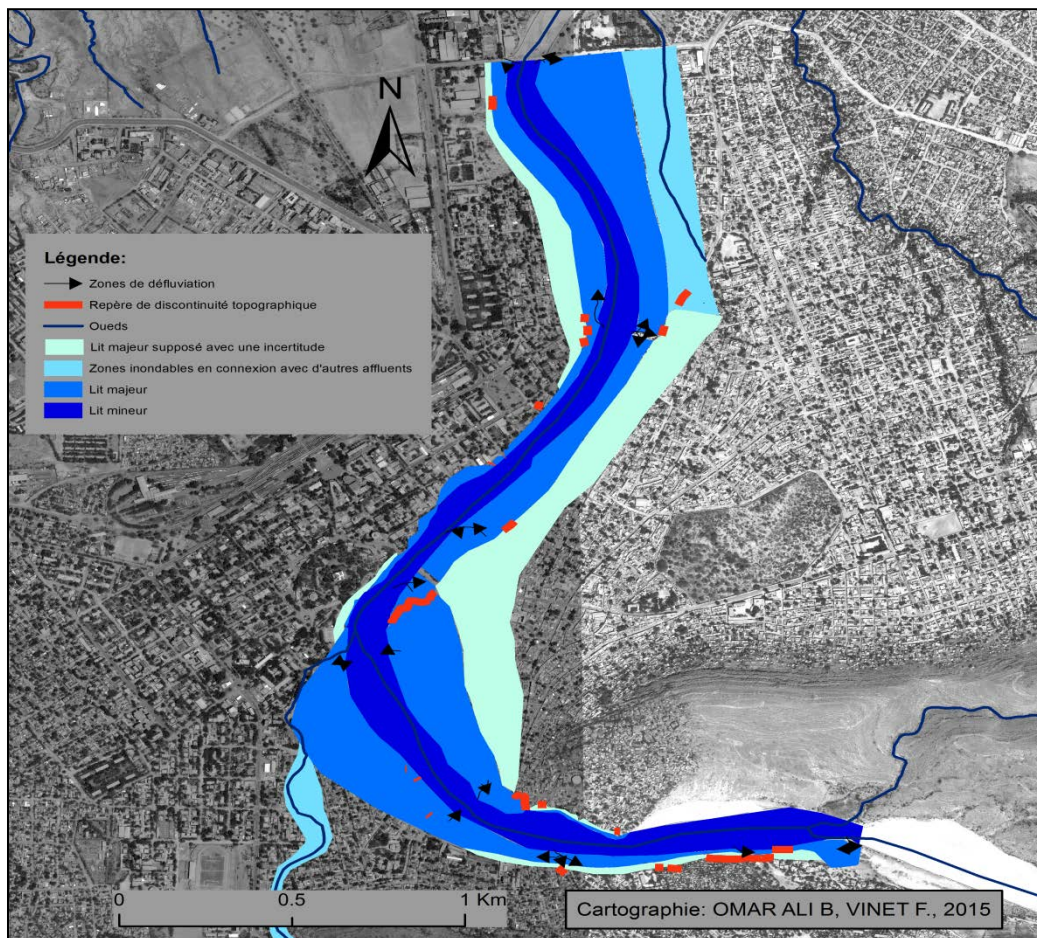


Figure 1: Cartographie des zones inondables de la ville de Dire-Dawa

L'analyse de la carte ci-dessus (Figure 1) montre que les zones inondables sont très urbanisées. On remarque une forte présence des enjeux humains et économiques dans ces zones à l'échelle de la ville de Dire-Dawa. Cette forte concentration des enjeux humains et économiques permettent de comprendre l'importance des dommages humains et économiques causés par les inondations dans la ville de Dire-Dawa. C'est le cas des inondations d'août 2006 qui ont entraîné le décès de 256 personnes et qui ont affectées plus de 10 000 personnes dans la ville de Dire Dawa (FMAAM²,2006). Le quartier d'Ashwa situé dans la partie sud de la ville qui a été lourdement affecté par les inondations précédentes est localisé sur le lit majeur.

2- Evaluation de la vulnérabilité des ménages

2.1 Construction d'une typologie du bâti :

Dans le cadre de cette étude, un diagnostic de vulnérabilité a été mené dans les secteurs de la ville proches de l'oued. Les zones concernées par ce diagnostic concentrent d'importants enjeux humains et économiques qui sont lourdement impactés par les inondations. Les observations du terrain et les informations issues de la bibliographie (Leone et al, 2007 ; Leone et al, 2012 ; Chauviteau et Vinet, 2006) ont abouti à la réalisation d'une grille de typologie du bâti. Cette typologie est constituée de 9 classes de bâti qui sont établies avec des critères d'identifications. Elle est composée des classes de vulnérabilité A, B, B+C, D-, D1, E, F et G. La nature des matériaux de construction (bois, brique, structures métallique...), la présence d'un étage et la nature de la conception de l'habitat (traditionnelle ou moderne) sont les principaux paramètres pris en compte pour la réalisation de cette typologie. Cette dernière comporte des classes de vulnérabilité décroissante. Les bâtiments de type A sont les plus vulnérables et sont des bâtiments qui peuvent être ruinés par une inondation. Ils correspondent à des abris démontables en cas d'une inondation en raison de la légèreté de ces matériaux de construction. A l'opposé, les bâtiments de type F et G sont les moins vulnérables. Il s'agit des habitats avec au moins un étage, construit avec des matériaux solides et des techniques de construction très modernes.

2.2 Les modalités d'évaluation de la vulnérabilité globale

Dans cette zone d'étude, la vulnérabilité a été abordée sous deux grands axes qui sont la vulnérabilité humaine et la vulnérabilité économique. La combinaison de ces deux formes de vulnérabilité a permis de déterminer la vulnérabilité globale des bâtis étudiés. La vulnérabilité humaine comprend la dangerosité du bâti et le degré de vulnérabilité des enjeux humains.

Pour évaluer le degré de vulnérabilité des personnes, nous avons pris en compte les horaires de fréquentation des bâtis et la présence ou non des populations vulnérables (personnes âgées, personnes malades, femmes enceintes, enfants, personnes à mobilité réduite). Une échelle d'évaluation graduée de 1 à 5 a été appliquée aux bâtis diagnostiqués. Les bâtiments les plus vulnérables sont ceux caractérisés par une forte présence des populations vulnérables et qui constituent un lieu de sommeil. Alors que ceux caractérisés par une faible vulnérabilité sont les bâtiments faiblement occupés durant les journées et caractérisés par l'absence des populations vulnérables.

La deuxième échelle estime la dangerosité du bâti. Elle est fondée sur la typologie des bâtis. Une échelle de notation de 1 à 9 a été attribuée aux bâtis étudiés. Une valeur de 9 est affectée aux bâtis de type A qui sont considérés les plus vulnérables aux inondations. Tandis qu'une valeur de 1 est attribuée aux bâtis de type G qui sont considérés comme des habitats qui peuvent être difficilement endommagés par les inondations.

Le type d'activité, le type de bien et de matériaux susceptible d'être présents dans chaque bâti, leur résistance à l'eau et leur caractère amovibles sont les principaux critères retenus pour évaluer la vulnérabilité économique. Les bâtiments regroupant des objets de haute valeur ajoutée, des équipements difficilement démontables ou des produits polluants sont considérés économiquement plus vulnérables par rapport à ceux comportant des objets de faible valeur ajoutée et caractérisés par l'absence des biens et des matériaux sensibles à l'eau.

Un Système d'Information Géographique (SIG) a été construit pour effectuer une analyse spatiale de l'ensemble des données collectées dans le cadre de ce diagnostic. Il a été constitué à partir d'un fond de carte des parcelles fournis par la mairie de Dire-Dawa. Ce fond de carte incomplet a été corrigé et mis à jour avec des informations issues des observations du terrain.

L'analyse de la carte ci-dessous montre que les secteurs de la ville concernés par cette étude sont caractérisés par une forte ou une très forte vulnérabilité globale. 33,33% des ménages ont une très forte vulnérabilité, contre 3,53% qui sont caractérisés par une faible vulnérabilité. Alors que 13,42% et 49,63% des ménages étudiés sont respectivement caractérisés par une vulnérabilité globale moyenne et forte. Les ménages ayant une très forte ou forte vulnérabilité se concentrent essentiellement sur la rive droite de l'oued et plus précisément dans le quartier d'Ashwa situé dans la partie orientale de la ville.

²Federal Multi-Agency Assesment Mission

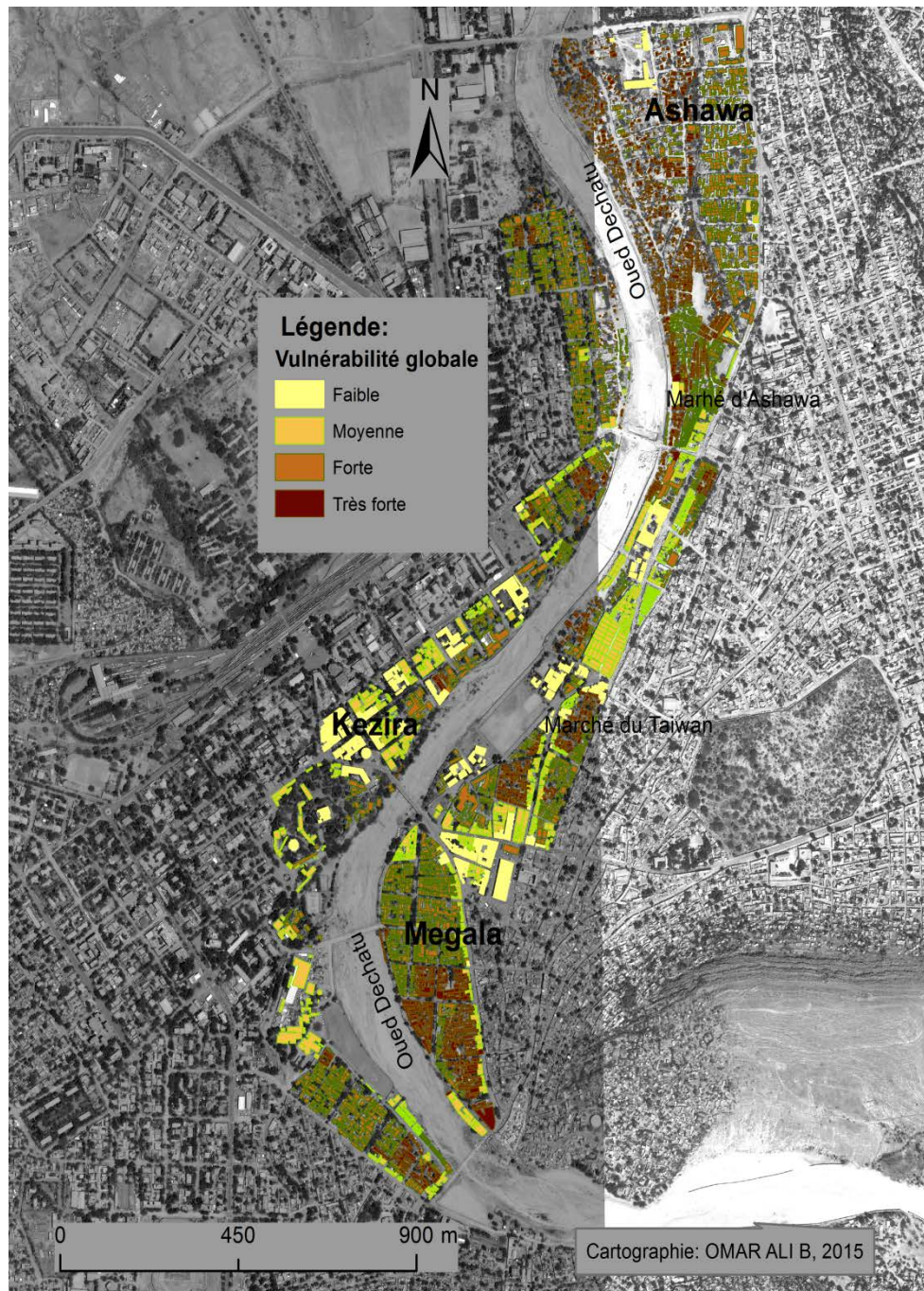


Figure 2: Vulnérabilité globale.

Conclusion :

La délimitation des zones inondables a été réalisée dans un premier temps à partir de la cartographie des zones de bas-fonds. La spatialisation des zones de bas-fonds réalisée à partir d'un MNE SRTM de 30 m a permis d'identifier les zones potentiellement exposées aux inondations. Cette première cartographie a été affinée par une analyse hydrogéomorphologique du lit majeur à partir des photographies aériennes et des relevés de terrain. La combinaison de ces différentes méthodes aboutit à une délimitation des zones inondables dans la ville de Dire-Dawa. Il existe d'importants enjeux humains et économiques en zones inondables. L'étude de la vulnérabilité met en évidence l'existence des foyers de vulnérabilité dans les secteurs de la ville proche de l'oued Dechatu. Il existe aussi des disparités de vulnérabilité des différents quartiers de la ville. Le quartier d'Ashwa situé en rive droite de l'oued est caractérisé par une forte vulnérabilité par rapport aux autres quartiers de la ville. Cette forte

vulnérabilité s'explique par la très forte précarité économique des ménages, la mobilité des populations et l'urbanisation des zones à risque.

Références bibliographiques :

- Chauviteau C. et Vinet F. (2006), « *La vulnérabilité des établissements recevant du public et des entreprises face aux inondations : une méthode d'analyse appliquée dans le bassin de l'Orb (Hérault)* », p15.
- Federal Multi-Agency Assessment Mission (2006), « *Dire Dawa Flood Impact Assessment-Draft Report* » p30.
- Kindjinou(2013), *Cartographie des bas-fonds à l'aide de la teledetection et des données secondaires et intensification culturelle au Togo* », Mémoire de Master, Université d'Abomey-Calavi, p80.
- Lagahe E. et Vinet F., (2014), « *Evaluation de la vulnérabilité des logements face à la submersion marine sur l'Île d'Oléron* », Rapport du projet Risks, p 106.
- Leone F., Vinet F., Denain J-C. et Bachri S. (2007), « *Développement d'une méthodologie d'analyse spatial des destructions consécutives au tsunami du 26 décembre 2004 (Banda Aceh, Indonésie)*,p15.
- Leone F. (Dir.), Baptista M.A., Zourarah B., Mehdi K., Lavigne F., Meschinet de Richemond N., Omira R., Mellas S., Péroche M., Lagahé E., Heymann A., Gherardi M., Grancher D., Cherel J.P., Sahal. A., Denain J.C., Meunier. N., Inani D. (2012) – « *Evaluation des vulnérabilités territoriales et humaines face aux tsunamis au Maroc (façade atlantique et ville d'El Jadida) : données historiques, modélisation de l'aléa et des enjeux humains, critères de vulnérabilité, indicateurs de risque, aide à la gestion des évacuations* » - Rapport WP5 (D5.4., D5.5, D5.6), Projet ANR-08-RISKMAT-05 MAREMOTI (MAREgraphie, observations de tsunamis, modélisation et études de vulnérabilité pour le nord-est Atlantique et la Méditerranée occidentale), UMR GRED (ex. EA GESTER) / Université Montpellier 3 & IRD, 190 p. + annexes.
- Montané A.(2014), « *L'approche hydrogéomorphologique : pratiques, valorisations et développement d'une méthode de cartographie des zones inondables* », Thèse de doctorat Université Paul Valéry-Montpellier 3, p 285.